J 15424.

Kosmographie.

Der vaterländischen Jugend gewidmet

von

Friedrich Wunder,
ehemals Professor, nun Domkapitular in Bamberg.

Zwei Dinge erfüllen das Gemüth mit immer neuer und zunehmender Bewunderung und Ehrfurcht: **Der gestirnte Himmel über mir und das moralische Gesetz in mir.**
Kant.

Mit zwei Steindruck-Tafeln.

Bamberg 1849.
Verlag von Franz Züberlein.

Vorwort.

Der Mensch lebt in der Erinnerung und Hoffnung; letztere schwellet die Brust des thatengierigen Jünglings, und an die erstere lehnt der Greis sich als auf einem Stabe, um auszuruhen.

So auch mir!

Es dehnte mit allmächt'gem Streben
Die enge Brust ein kreisend All,
Heraus zu treten in das Leben,
In That und Wort, in Bild und Schall.

v. Schiller.

Nun am Abende meines Lebens durchfliegend den Traum desselben zeigte sich mir im Spiegel der zurückstrahlenden Einbildungskraft, daß ich als junger Mann den studierenden Jünglingen in Bamberg und München verschiedene Gegenstände gelehrt habe, wie der nicht selten wechselnde Lehrplan es verlangte; insbesondere trat mir vor die Seele, daß dem Normative v. J. 1808 gemäß, Kosmographie von mir vorgetragen wurde. Da damals kein passendes Lehrbuch über diesen Gegenstand sich fand, so fertigte ich ein Manuscript, welches ich bei den Lehrstunden benutzte. Durch einen mißliebigen Zufall war es mir abhanden gekommen. Nach vielen Umfragen erhielt ich es von einem meiner ehemaligen Schüler, Herrn Professor N., der dieses Dictat noch hatte und mir bei Uebergabe desselben sagte: „daß er bei dem Unterrichte seiner Kinder es benutze;„ beifügend: „daß ich gleich einer Biene zusammengetragen hätte.„

Wirklich habe ich bei dessen Fertigung die Werke von Bode, Kant, Mayer, Vogt u. s. w., ferner in letzter Zeit freundschaftliche Mitwirkung benutzt, und eine dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft gemäße Bearbeitung versucht, mir das Ziel vorsteckend, den jugendlichen Geist zu einer richtigen und erhabenen Weltanschauung emporzuheben.

Zwar ist das eigentliche Studium des Menschen, wie Pope sagt, der Mensch selbst, und jeder Lehrplan sollte Bedacht darauf nehmen, daß der junge Erdbürger mit der Beschaffenheit seines Körpers und den Gesundheitsregeln bekannt gemacht, insbesondere daß er in die innere (Geistes- und Gemüths-) Welt eingeführt würde. Hierüber hat Carus in seiner Psychologie, I. Bd. Einleitung S. 4 und ff., sehr gründlich sich erklärt, und die richtigen Momente eines Lehrplanes hinsichtlich dieses Punktes, vom ersten Schulbesuche an bis zur Universität, angegeben. Derselbe sagt aber auch S. 15: „Ohne Kenntniß der Welt (in einem größern und lebendigern Sinne als gewöhnlich genommen) gibt es auch keine Kenntniß des Menschen, da wir das Einzelne nur dann verstehen, wenn es in Beziehung auf das Ganze gebracht worden ist.

Mag diese Schrift bei der vaterländischen Jugend, welcher sie gewidmet ist, günstige Aufnahme, und bei den Fachgelehrten glimpfliche Beurtheilung finden.

Der Verfasser.

Inhalts-Anzeige.

Erster Abschnitt.

Kosmographie.

		Seite
§. 1.	Begriff der Kosmographie	1
„ 2.	Himmel, Himmelskugel, Firmament	2
„ 3.	Eintheilung der Himmelskörper	2
„ 4.	Sternbilder und Sternnamen	4
„ 5.	Betrachtung der Weltkörper im Allgemeinen	7

Zweiter Abschnitt.

Von der täglichen Bewegung und den merkwürdigsten Punkten, Linien und Kreisen der Himmelskugel.

„ 6.	Die tägliche und gemeinschaftliche Bewegung der Himmelskörper	8
„ 7.	Weltaxe, Weltpole	9
„ 8.	Horizont	9
„ 9.	Scheitel- und Fußpunkt	11
„ 10.	Scheitelkreise, Höhe eines Sterns	12
„ 11.	Polhöhe	12
„ 12.	Aequator	13
„ 13.	Mittagskreis	13
„ 14.	Sterntag, Sonnentag	14
„ 15.	Scheinbare jährliche Bewegung der Sonne	14
„ 16.	Die vier merkwürdigsten Punkte der Ecliptik	15
„ 17.	Schiefe der Ecliptik	16
„ 18.	Die Koluren	16
„ 19.	Der Thierkreis	17
„ 20.	Eintheilung der Zeichen des Thierkreises	17
„ 21.	Erklärung der Zeichen des Thierkreises	18
„ 22.	Vorrückung der Nachtgleichen	19

Dritter Abschnitt.

Von den verschiedenen Weltsystemen.

„ 23.	Das Ptolemäische System	20
„ 24.	Würdigung dieses Systems	20

Seite
§. 25. Zweifel gegen das Ptolemäische System 21
„ 26. Das Kopernikanische Weltsystem 21
„ 27. Das Tychonische Weltsystem 22
„ 28. Einwürfe gegen das Kopernikanische System 23
„ 29. Deren Widerlegung 24
„ 30. Folgesätze aus dem Kopernikanischen Systeme 26

Vierter Abschnitt.

Darstellung unseres Sonnensystems.

„ 31. Eigenschaften der Sonne 27
„ 32. Größe der Sonne 29
„ 33. Verschiedene Ansichten über das sogenannte Sonnenfeuer 29
„ 34. Einwendungen gegen diese Meinungen 29
„ 35. Ansichten der neueren Astronomen von der Natur des Sonnenkörpers . . . 30
„ 36. Das Zodiakallicht oder das Thierkreislicht 33
„ 37. Anzahl und Benennung der Planeten 33
„ 38. Unterschied der Planeten von den Fixsternen 36
„ 39. Die Planeten bewegen sich in Ellipsen 36
„ 40. Von den Aspekten 37
„ 41. Beschreibung der einzelnen Planeten — Merkur, Venus 38
„ 42. Die Erde 41
„ 43. Mars 41
„ 44. Vesta, Juno, Ceres, Pallas 42
„ 45. Jupiter 44
„ 46. Saturn 48
„ 47. Uranus 51
„ 48. Der Planet Neptunus 53
„ 49. Der Mond unserer Erde 55
„ 50. Mondgestalten oder Lichtabwechslungen des Mondes (Phases, Phasen) . . 56
„ 51. Periodischer und synodischer Monat 57
„ 52. Sonnen- und Mondsfinsternisse 58
„ 53. Mondsflecken 59
„ 54. Die Kometen 69
„ 55. Die Fixsterne 75
„ 56. Planetensysteme in ihrem Werden 81
„ 57. Die Central-Sonne und der gemeinsame Schwerpunkt 83

Fünfter Abschnitt.

Von der Gestalt und Größe der Erde.

„ 58. Meinungen der Alten von der Gestalt der Erde 84
„ 59. Gründe für die kugelförmige Gestalt der Erde 85
„ 60. Die Erde ist an den beiden Polen eingedrückt 90

		Seite
§. 61.	Größe der Erde	94
„ 62.	Mathematische oder astronomische Abtheilung der Erdoberfläche	96
„ 63.	Erster Meridian, geographische Länge und Breite	97
„ 64.	Gegenfüßler	100
„ 65.	Die fünf Zonen oder Gürtel der Erde	101
„ 66.	Klima einer Erdgegend	103
„ 67.	Ursachen des geographischen Klima	103
„ 68.	Lösung einiger Fragen, das geographische Klima betr.	106
„ 69.	Ursachen des physischen Klima	116
„ 70.	Die dreifache Lage der Himmelskugel	124
„ 71.	Schluß	125

Gedruckt in der Humann'schen Offizin.

Erster Abschnitt.

Kosmographie.

§. 1.

Begriff der Kosmographie.

Kosmographie (*Κοσμος*, Welt, und *γραφω*, ich schreibe, beschreibe) ist die beschreibende systematische Darstellung des großen Ganzen: Welt oder Weltgebäude (lat. ***universum***) genannt. Unter Welt, Weltall, Weltgebäude versteht man im gemeinen oder gewöhnlichen Sinne den Inbegriff aller Weltkörper. Unter diese gehört auch unsere Erde, wie noch wird dargethan werden. In früheren Zeiten nannte man, doch nicht richtig, die Erde Welt; daher noch die Ausdrücke: Welttheile, Weltmeer. Da man sonst von der wahren Bedeutung des Ausdruckes Kosmographie keinen Begriff hatte, so nannte man die Geographie so. Allein, da die Erde nur einen Theil der Welt ausmacht, so ist die Geographie (Erdbeschreibung) nur ein Theil der Kosmographie oder Weltbeschreibung, jedoch der bedeutendste, weil wir von der Beschaffenheit der Erde weit besser unterrichtet sind, als von der anderer Weltkörper, und weil uns an der Kenntniß der Erde am meisten gelegen sein muß.

Die Kosmographie unterscheidet sich wesentlich von der Kosmologie und Kosmogonie. Die Kosmologie führt uns nämlich nicht blos die Erscheinungs-Reihe im Weltganzen, soweit es unsern Sinnen zugänglich ist, vor das geistige Auge, wie die Kosmographie thut, sondern sie versucht, diese zahllosen Erscheinungen unter allgemeine Erklärungsgründe zu subsumiren, während die Kosmogonie sich kühn das Ziel steckt, die Weltkörper, diese Elemente des Weltganzen oder Universums, bis zu ihrer Wiege zu verfolgen, und ihr Entstehen zu erklären.

Die Kosmographie schöpfet aus der Astronomie, so wie aus der mathematischen*) und physischen**) Geographie.

---

*) Die mathematische Geographie beschäftigt sich mit Ausmessung der Erdkugel, mit Bestimmung ihrer Bewegung, ihrer Stellung gegen die Sonne und andere Himmelskörper &c.

**) Die physische Geographie untersucht die körperliche Beschaffenheit der Erdoberfläche und ihres Innern, und mustert die Erscheinungen, die in Folge dieser Beschaffenheit der Erde und ihrer Verbindung mit andern Himmelskörpern in die Wahrnehmung traten.

§. 2.

Himmel, Himmelskugel, Firmament.

Unter Himmel verstehen wir hier den unermeßlichen Raum, in welchem sich die Weltkörper befinden; diese heißen daher auch Himmelskörper. Der sogenannte Himmel oder das Firmament *) erscheint uns beinahe als eine hohle Halbkugel, in deren Mittelpunkte wir auf der Oberfläche der Erde stehen. Da die Erde, wie noch wird bewiesen werden, eine nahebei kugelförmige Gestalt hat, und den Menschen auf der entgegengesetzten Erdoberfläche der Himmel gleichfalls so wie uns erscheint, so können wir uns das ganze Himmelsgebäude als eine hohle Kugel**) vorstellen, in deren Mittelpunkte die Erde frei schwebt.***)

§. 3.

Eintheilung der Himmelskörper.

Sonne und Mond sind die bekanntesten und uns am größten scheinenden Himmelskörper; außer ihnen führen alle übrigen den Namen: Sterne.

Diese werden eingetheilt: 1) in Fixsterne, 2) in Planeten und Kometen.

1) Haft- oder Fixsterne (*stellæ fixæ*) sind diejenigen, welche ihre Stellung gegen einander nicht merklich ändern. Sie machen bei weitem die größte Anzahl aller Sterne aus, und werden nach der Größe oder Lichtstärke, in der sie uns erscheinen, in mehrere Klassen eingetheilt. Sterne der ersten Klasse (gewöhnlicher

---

*) Die alten Astronomen dachten sich den Himmel aus 9 hohlen kristallenen Sphären zusammengesetzt, deren eine die andere einschließe. Sieben bestimmten sie für die damals bekannten 7 Planeten, unter welche sie auch Sonne und Mond zählten, und die achte für die Fixsterne. Diese war fest, und es waren die Fixsterne daran geheftet. Die neunte Sphäre hatte keine Sterne, schloß aber die übrigen in sich. Hierher versetzten sie den Ursprung aller Bewegung; diese Sphäre nahmen sie gleichsam als die erste an (sie war ihnen also das „primum mobile") und von dieser erhielten die übrigen durch Mittheilung ihre Bewegung.

**) Vermöge einer optischen Täuschung erscheint uns das Firmament nicht als ein vollkommen halbkugliches, sondern ein in seinem Scheitel gedrücktes Gewölbe (siehe Fig. 1. Tab. I.), so daß uns die Entfernung unsres jedesmaligen Standpunktes vom äußersten Gesichtskreise, wo das Firmament scheinbar auf der Erde ruht, größer vorkommt, als die Entfernung dieses Standpunktes vom Scheitelpunkte des Gewölbes. Wenn nämlich m unser Standpunkt an der Erdoberfläche ist, und A E B die eine Hälfte des Himmelsgewölbes andeutet, so erscheint uns mD größer als mE.

***) Bei dem Gebrauche der künstlichen Himmelskugel muß man sich in den Mittelpunkt derselben versetzt denken, und diese Kugel nach den Weltgegenden und der Polhöhe stellen.

sagt man der ersten Größe) sind solche, die sich ihres hellen Glanzes wegen vor allen andern auszeichnen. Ihrer zählt man nicht mehr als 18. In den folgenden Klassen werden sie immer unscheinbarer, so daß man die in der letzten Klasse mit blosen Augen kaum ersehen kann. Diejenigen der Fixsterne, die sich nur durch Fernrohre (*telescopia*) zeigen, heißen telescopische Sterne, deren Menge kaum zu zählen ist.

Zu den Fixsternen gehört auch die Milch= oder Jacobs=Strasse (*via lactea vel via Jacobi*). Sie ist ein blaßschimmernder Streifen von mäßiger, veränderlicher Breite, der in heiteren Nächten sichtbar ist, und die ganze hohle Himmelskugel beinahe in der Mitte in ununterbrochenem Zusammenhange umzieht. Man muß ihren schwachen Schimmer von dem vereinigten Glanze unzähliger, dem Anscheine nach sehr nahe beisammen stehender kleiner Sterne herleiten, indem die vollkommensten Telescope diese Annahme außer Zweifel setzen. *)

Zu den Fixsternen rechnet man auch die neblichten Sterne, die mit einer Umhüllung von Lichtnebel sich zeigen; dann Sternhaufen, die sich mit freiem Auge als kleine leuchtende Stellen hie und da am Himmel erkennen lassen, und durch Fernrohre entweder als blasser Lichtnebel oder als Sammlung kleiner Sterne erscheinen. Endlich gehören noch hieher die in verhältnißmäßig geringer Anzahl vorkommenden Sterne, die einem periodischen Lichtwechsel unterworfen sind, ihre Stellung am Himmel aber nicht verändern.

2) Planeten (πλανειν, irren, wandeln, daher πλανήτης), Irrsterne, besser Wandelsterne, sind solche, die eine eigne Bewegung haben und gleichsam von einem Fixsterne zum andern fortrückend oder auch zurückschreitend von den Erd=Bewohnern beobachtet werden. Die Alten konnten lange Zeit hindurch den oft unregelmäßig scheinenden Lauf dieser Weltkörper nicht erklären, daher gaben sie ihnen den Namen: Irrsterne, und man kennt ihrer, die Erde mit eingerechnet, dermalen fünfzehn. Hierher gehören auch die Nebenplaneten, Monde, Trabanten, deren gegenwärtig 18 bekannt sind. — Ferner rechnet man auch hierher die Kometen, Haarsterne (von Κομη, das lange Haar). Sie sind nur selten und gewöhnlich einzeln am Himmel sichtbar, und durchlaufen bald einen größern, bald einen kleinern Weg am scheinbaren Himmelsgewölbe mit verschiedener Geschwindigkeit und nach allen möglichen Richtungen. Sie erscheinen gewöhnlich in einen leuchtenden Nebel gehüllt, und sind sehr häufig mit einem blassen Licht=Schweife versehen, daher ihr Name rührt.

---

*) Herschel löste mittelst seiner größten Spiegeltelescope alle Stellen der Milchstrasse so vollkommen in Sterne auf, daß sich ihm die kleinsten oder entferntesten der letztern auf tiefschwarzem von jeder Lichtnebel=Spur freiem Hintergrunde darstellten.

§. 4.

Sternbilder und Stern-Namen.

Welches unbefang'ne Gemüth erhebt nicht das dem ungeschützten Auge nur für einen flüchtigen Augenblick straflos gestattete Hinschauen auf die majestätische und für uns so wohlthätige Sonne, der Anblick des sanft leuchtenden Mondes, des gestirnten Himmels bei einer heitern Nacht zum Göttlichen? — Daher wird der Sternen-Dienst, d. i. die göttliche Verehrung vorzüglich der Sonne, zuweilen auch des Mondes und der Planeten, durchgehends bei den Völkern alter und neuerer Zeit, die noch auf der ersten Stufe der Bildung stehen, angetroffen.

Die Perser z. B. verehrten die Sonne unter dem Namen ***Mithras*** als Gott*). (Strabo 15. Buch 3. Cap. und *Curtius Lib. IV pag. 110 edit. bipont.*)

Die alten Deutschen verehrten die Sonne, das Feuer und den Mond (*Caesar de bello gallico, VI.* Buch, 21. Kap.). — Die Aegyptier verehrten die Sonne und den Mond unter den Namen Osiris und Isis. — Die alten Griechen, sagt Plato, hielten die Sterne für Götter; die, einzelnen Sternen oder Sternbildern beigelegten Götter-Namen werden daher bei uns auch durchgängig noch gebraucht, z. B. Merkur, Venus, Jupiter, Herkules. —

Aus der großen Anzahl der Fixsterne, womit der Himmel gleichsam besäet ist, setzten die alten Morgenländer bei ihrer lebhaften Einbildungskraft eigene Figuren zusammen. Eine Gruppe zunächst beisammen stehender Sterne (Sternbild) kam ihnen hier als Dreieck, dort als Krone, hier als Thier, dort als menschliche Gestalt vor. Deßhalb finden wir unter den Sternbildern einen Triangel, einen großen und kleinen Bären, einen Herkules, Perseus, Orion u. s. w.

Dadurch entstand eine schickliche Eintheilung der Himmelskugel, so wie auch das Andenken und die Namen der durch gemeinnützige Erfindungen oder Heldenthaten merkwürdigen Personen verewigt wurden.

Sterne der ersten und zweiten Größe erhielten gewöhnlich eigene, meistens arabische, auch griechische oder lateinische Namen, z. B. Aldebaran, Stern 1. Größe im Stier. Alhajoth oder Capella, St. 1. Gr. im Fuhrmann. Antares, 1. Gr. im Scorpion. Arkturus, 1. Gr. im Bootes. Atair, 1. Gr. im Adler. Spica, 1. Gr. in der Jungfrau. Sirius, 1. Gr. im

---

*) Die Denkenderen unter den genannten Volksstämmen verehrten wohl nicht die Gestirne, sondern in ihnen nur die körperlichen Ausflüsse einer unkörperlichen, den Sinnen nicht unmittelbar wahrnehmbaren, Gottheit.

großen Hund. Wega, 1. Gr. in der Leyer. Castor und Pollux, 2. Gr. in den Zwillingen. Nuccabah, 2. Gr., der Polarstern im kleinen Bären. Alioth, Mizar, Benetnasch ꝛc., 2. Gr. im großen Bären. Albireo, 3. Gr. im Schwan u. s. w.

Dadurch, daß die bekannten Himmelskörper in gewisse Sternbilder abgetheilt wurden, konnte man auch die Sterne richtig angeben, zwischen welchen die Sonne, der Mond und die Planeten für immer ihren Weg nehmen. Hieraus entstand der sogenannte Thier-Kreis (*Zodiacus*), der nach den 12 Monaten des Jahres 12 verschiedene Sternbilder, größtentheils Thiergestalten, enthält.*) Bode (Erläuterung der Sternkunde I. Th., Seite 18) sagt: daß diese von gesitteten Nationen der Vorwelt hinterlassenen, am hohen Firmament bildlich dargestellten Sterngruppen unsere Aufmerksamkeit verdienen, und zwar um so mehr, da solche einmal von jeder lebenden und noch folgenden Generation angenommen, durch alle Zeiten dem Sternkundigen, Mythologen und Geschichtsforscher jeder Erdzone als sinnbildliche Darstellungen der Ideen, Bedürfnisse, Absichten, Dichtungen und Entdeckungen der ältesten Himmelsforscher dienen werden.

Die Alten kannten 48 solcher Sternbilder, nämlich 12 im Thierkreise, 21 nördlich über und 15 südlich unter demselben. Die Neueren haben dieses für das Gedächtniß zur Kenntniß der Sterne sehr bequeme Hülfsmittel beibehalten. Als man jenseits des Aequators südlich bis zum Vorgebirge der guten Hoffnung gekommen war, sah man Sterne, welche den Griechen nicht erschienen,*) woraus denn neue Sternbilder entstanden, so daß die Anzahl derselben auf 102 gestiegen ist.

Anmerkung, Astrologie betr. Den unläugbaren Einfluß der Sonne und im schwächeren Grade auch des Mondes auf unsere Erde fühlend, schrieb man bald den Sternbildern und vorzüglich den Planeten Einfluß und Bedeutung zu. Aus ihren verschiedenen Stellungen gegen den Horizont zu gewissen Zeiten, dem Sichtbarwerden gewisser Planeten, aus ihren scheinbaren Zusammenkünften unter sich, mit der Sonne oder dem Monde wollte man nicht nur die Witterung und des Jahres Fruchtbarkeit erklären und vorhersagen, sondern man glaubte auch sogar die politischen und moralischen Erlebnisse ganzer Völker sowohl, als einzelner Menschen im Voraus angeben, und als Folgen jener Erscheinungen am Sternenhimmel (Constellationen) erklären zu können. Dieß war der Gegenstand der wahrsagenden Astrologie, welche lange die Menschen beschäftigte, nun aber zur Ehre der Vernunft in Vergessenheit gerathen zu sein scheint.

---

*) Warum, wird weiter unten deutlich.

Zusatz. Wohl ist das noch vor wenigen Jahrhunderten so stolz emporragende Gebäude der Astrologie in Trümmer niedergesunken; aber auch diese Ruinen sind beachtenswerth und gedankenerregend; war auch das Streben der Astrologie einer von den vielen Fehlgriffen, zu welchen das Menschengeschlecht, seit es den Schauplatz des Daseins betrat, durch Zeit und Verhältnisse verleitet wurde, während es nach Erkenntniß der Wahrheit rang, so zeigt doch diese Wissenschaft und der glühende Eifer, mit welchem sich die größten Naturforscher und Staatsmänner früherer Jahrhunderte, z. B. Wallenstein, ihr in die Arme warfen, nach welcher Seite hin der Menschengeist seine sehnenden, fragenden Blicke wenden will; sie deutet an, daß wir für die unsichtbaren Fäden unseres Geschickes einen andern Anknüpfungspunkt suchen, als ihn unsere schattige Erde gewähren kann; die weissagende Astrologie strauchelte auf dem schroffen Pfade, den sie eingeschlagen hatte, aber sie strauchelte auf einer Wanderschaft zum hehren, wenn auch in unerreichbarer Ferne leuchtenden Tempel der Wahrheit; und Irren und Fehlen bei dem Streben nach edlem Zwecke kann nicht zum Vorwurfe gereichen.

Ob auch das Gebäude erwähnter Wissenschaft in Trümmern liegt, so wankt doch keineswegs das Fundament, auf welchem es aufgeführt war, nämlich die Gewißheit einer Einwirkung der Himmelskörper auf unsere Erde und ihre Bewohner. — Von der gewaltigen Einwirkung des wuchtvollen, leuchtenden und wärmenden Sonnenballs, von dem gar nicht zu läugnenden, ob auch leiseren Einflusse unsres Mondes auf unsern Heimath-Planeten und seine Organismen sei hier nicht Erwähnung gethan; aber absichtlich müßte der Naturforscher die Augen schließen, wenn er die Behauptung aufstellen wollte, es existire kein zartes Band, welches unsre Erde auch mit andern Himmelskörpern in Verbindung setzt, auch wenn sie durch tiefere Entfernungen von uns getrennt sind. Wir wollen ein Beispiel statt vieler aufführen. Der Planet Jupiter, welcher mit so sanftem Lichte in unsre Erdennächte niederstrahlt, übt einen sehr merklichen berechenbaren und berechneten Einfluß auf den Gang des gewichtigen Erdballs bei seinem jährlichen Umzuge um die Sonne aus. Der Stern Jupiter wirkt, wie die Astronomie sich ausdrückt, störend auf die Erdbahn, so wie auf die Bahnen anderer Planeten ein. Ist diese Thatsache zugestanden, und Niemand wird sie in Abrede stellen, so kann man sich ganz füglich die Frage erlauben:

Ist es wahrscheinlich, daß ein Himmelskörper, der mächtig genug auf die Riesenwucht des Erdballs wirkt, um modificirend auf dessen Gang um die Sonne einzufließen, spurlos vorübergehen wird an den so unendlich viel beweglicheren Elementen, welche die Träger bilden zwischen dem wägbaren Stoffe und dem, was wir Seele oder Geist nennen in den Organismen an der Erdoberfläche? — Was aber vom Planeten Jupiter gilt, das gilt auch von andern Planeten. — Die Fixsterne sind zwar durch Räume von uns getrennt, welche sich bildlich darzustellen schwindelerregend auf die menschliche Phantasie wirkt; aber dennoch muß sich der Gedanke unabhängig darstellen von der Einbildungskraft. Die Axendrehung unserer Sonne und andere Verhältnisse, von denen weiter unten die Rede sein wird, deuten unabweisbar darauf hin, daß sich diese ungeheuere, leuchtende Kugel mit jäher Schnelligkeit um ein noch nicht ausgemitteltes Centrum anziehender Kräfte durch den Weltraum bewegt. Die Körpermasse, welcher unsere Sonne sich durch ihre fortschreitende Bewegung unterthan zeigt, kann nur in der Sphäre der

Fixsterne liegen; und wenn Kräfte von dort herüber wirken, welche im Stande sind, den Sonnenball zu bewegen, dessen Rauminhalt den unsrer Erde um mehr als Millionmal übertrifft, so ist sehr denkbar, daß diese nämlichen Kräfte nicht ganz ohne, wenn auch sehr wenig merklichen Einfluß auf die Organismen der Erde und anderer Planeten bleiben werden. Näheres werden erst Jahrtausende lehren, und ob auch die Astrologie der Vorzeit unterging, so enthält es doch keinen Widerspruch, keine Ungereimtheit, anzunehmen, daß diese zu frühzeitig an's Licht entfaltete Blüthe einst nach Jahrtausenden in anderer Form, aber aus der nämlichen Wurzel, wieder erstehen werde.

§. 5.

Betrachtung der Weltkörper im Allgemeinen.

Nach der gemeinen Ansicht sind die Sterne leuchtende Punkte, bestimmt, die Nächte zu erhellen, und das Auge des Menschen zu ergötzen. Nach der höher'n sind sie Körper, welche, einige ausgenommen, unsere Erde an Größe bei weitem übertreffen, und von belebten, beseelten nnd vernünftigen Wesen bewohnt sind. „Wer weiß," sagt Haller, „die Sterne sind vielleicht ein Sitz verklärter Geister; „wie hier das Laster herrscht, ist dort die Tugend Meister." — Diese vernünftige Betrachtung der Welt gibt uns den stärksten Beweis der Güte, Macht und Weisheit Gottes.

„Die Topographie des Himmels," sagt Jean Paul mit Recht, „sollte ein „Stück uns'rer Religion sein." Vergleiche Bode Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels *IV.* Abschnitt: Allgemeine Betrachtungen über das Weltgebäude.*)

*) Erhebend und begeisternd sind wohl die Bilder und Gedanken, welche tieffühlende Dichter uns vor die Seele führen; aber der Naturforscher wie der Philosoph dürfen nie vergessen, daß wir nicht in den rosigen Gefilden blühender Träume umherschweifen dürfen, sondern auf dem Gebiete ernster Wahrheit verharren müssen. Es ist leider nicht zu zweifeln, daß die Bewohner unserer Nachbarplaneten, insofern letztere schon die Entwicklungs-Periode erschritten haben, welche sie fähig macht, der passende Wohnort denkender Wesen zu sein, so wenig ohne körperliche, geistige und moralische Mängel und Schwachheiten sein werden, als wir armen Erdbürger. Die Erde ist ein Stern unter Sternen, und den Marsbewohnern erscheint sie als hellstrahlender Morgen- oder Abendstern. Könnte nun nicht ein begeisterter Dichter auf dem Mars, aufblickend zu der hell am Mars-Himmel strahlenden Erde, sich dem nämlichen schönen Traume hingeben, wie Haller, und könnte die Erde zum Sitze fleckenloser Tugend erheben? — Ach! wie schwer würde er sich täuschen. — Aber unsere Erde, unser Planetensystem ist nicht die Welt, der Mensch ist gewiß nicht die einzige Mittelstufe zwischen dem Wurm, der im Staube kriecht und der Gottheit; und keiner Klasse von Wesen, wie hoch sie auch über uns stehen mögen auf der endlosen Stufenleiter, deren letzte Sprosse keines Menschen Auge erschaut, wird im Universum ein passender Schauplatz ihres Lebens und Wirkens fehlen. Kühn mag der Flug der Phantasie sich empor schwingen; aber bescheiden und sicher sei der Schritt des Forschers.

Zweiter Abschnitt.

Von der täglichen Bewegung und den merkwürdigsten Punkten, Linien und Kreisen der Himmels-Kugel.

§. 6.

Die tägliche oder gemeinschaftliche Bewegung der Himmelskörper.

Daß die Sonne von Osten nach Westen um die unbeweglich scheinende Erde sich bewegt, weiß der gemeinste Beobachter. Dem Aufmerksameren entgeht es nicht, daß auch die übrigen Himmelskörper, und zwar gleichfalls von Ost nach West in Bogen, die unter sich parallel sind, bei uns in der nördlichen Erdhälfte schräge gegen die rechte Hand scheinbar fortrücken. Sterne, die im Augenblicke der Beobachtung über unserem Haupte stehen, sind nach einiger Zeit gegen Westen gerückt; jene, welche niedrig am westlichen Himmel glänzten, sind verschwunden und dagegen andere am östlichen Himmel zum Vorschein gekommen. Am folgenden Tage findet man die Sterne um dieselbe Stunde fast in eben dem Stande, und nimmt die nämlichen Erscheinungen wahr, so daß also die Sonne, wie die gestirnte Himmelskugel innerhalb 24 Stunden, oder, bezüglich der Fixsterne, genauer in nahebei 23 Stunden 56 Minuten sich von Ost gegen West zu drehen scheint, indem während dieser Zeit die Erde sich einmal um sich selbst dreht, wovon weiter unten. Diejenigen Kreise, welche die Himmelskörper bei dieser täglichen Bewegung durchlaufen, heißen Tageskreise, insbesondere so lange sie uns sichtbar sind. Der uns sichtbare Theil des Tageskreises heißt besser: Tagesbogen; der nicht sichtbare: Nachtbogen. Die Gegend des Himmels, wo die Sonne, der Mond und die Sterne aufzugehen oder unterzugehen scheinen, heißt Aufgang, Ost (**oriens**) oder Untergang, West (**occidens**). Wenn die Sonne genau in der Mitte ihres Tagebogens steht, so haben wir Mittag (**meridies**), sie steht da am höchsten, sie culminirt (**culminat**). Dieser Punkt, den dann das Centrum der scheinbaren Sonnenscheibe einnimmt, heißt ihr Höhen- oder Culminations-Punkt (**punctum culminationis**). Die Gegend, wo wir Mittags die Sonne sehen, heißt Mittag oder Süd (**meridies**),

*) Die Sonne, der Mond, die Planeten und Cometen haben nebst dieser gemeinschaftlichen Bewegung noch eine andere eigenthümliche, von der noch unten gehandelt werden wird.

die ihr entgegengesetzte, wo sie in der Gegend der Erdoberfläche, die wir bewohnen, niemals gesehen wird, nennt man Mitternacht, Nord (*septentrio*). — Diese vier Haupt-Weltgegenden (*quatuor cardines vel puncta cardinalia vel plagae mundi*) werden, wenn man auf die zwischen ihnen gelegenen Punkte Rücksicht nimmt, noch in mehrere Nebengegenden abgetheilt, z. B. Nordost, Südost, Nordwest, Südwest u. s. f.

§. 7.

Weltaxe, Weltpole.

Eine gerade Linie, welche durch den Mittelpunkt einer Kugel gezogen und in zwei gegenüberliegenden Punkten der Oberfläche derselben begrenzt ist, heißt Durchmesser oder Diameter dieser Kugel. Denkt man sich aber letztere um sich selbst bewegt, so wird man leicht zwei mit den Endpunkten eines Durchmessers der Kugel zusammenfallende Punkte der Oberfläche bemerken, die an der wälzenden Bewegung der Kugel nicht theilnehmen, sondern um welche vielmehr diese Bewegung geschieht. Der Durchmesser nun, welcher die genannten beiden Punkte der Oberfläche mit einander verbindet, heißt Axe der Kugel; die beiden Endpunkte der Axe aber nennt man Pole. Man wird nun leicht finden können, was man unter Weltaxe und unter Weltpolen zu verstehen habe.

Da sich die hohle Himmelskugel von Osten gegen Westen scheinbar um sich selbst bewegt, so muß die Weltaxe von Norden gegen Süden gezogen gedacht werden, und die Pole müssen sich daher im Norden und im Süden finden. Beide sind ihrer Lage nach durch nichts Sichtbares am Himmelsgewölbe genau bezeichnet, nur in der Nähe des nördlichen Weltpoles bemerkt man einen Stern, welcher innerhalb 24 Stunden (eigentlich 23 St. 56 Min.) einen sehr kleinen Kreis beschreibt; im Mittelpunkte dieses Kreises ist der nördliche Weltpol zu suchen; der erstgenannte Stern heißt daher Polarstern. Da er sich im Sternbilde des kleinen Bären findet, so nannten die Griechen den Nordpol *πολος ἀρκτικος* (Bärenpol) und den diesem gegenüber liegenden Südpol: *πολος ἀνταρκτικος* (Gegen-Bärenpol.)

§. 8.

Horizont.

Bekanntlich ist ein größter Kreis auf der Kugel ein solcher, dessen Ebene durch den Mittelpunkt der Kugel geht, der also die Kugel in zwei gleiche Theile theilt. — Ferner wird in Erinnerung gebracht, daß man sich die Kreislinie, mit welchem Halbmesser sie auch gezogen sein mag, in 360 gleiche Theile getheilt denkt, und

jeden solchen Theil einen Grad nennt Der vierte Theil der Kreislinie hält daher 90 Grade. — Der sechzigste Theil des Grades heißt Bogen-Minute, der sechzigste Theil der Bogen-Minute heißt Bogen-Sekunde zum Unterschiede von der Zeit-Minute und Zeit-Sekunde. Der Ausdruck 32° 45′ 51″ bedeutet: 32 Grade, 45 Bog.-Minuten und 51 Bog.-Sekunden. Den vierten Theil der Kreislinie nennt man Quadranten.

Dieß vorausgeschickt, ist Horizont oder Gesichtskreis (von ὁϱαειν, sehen) bezüglich der Himmelskugel jener größte Kreis derselben, welcher ihre sichtbare Hälfte von ihrer nicht sichtbaren scheidet. Die sichtbare Hälfte kann man die obere, die unsichtbare die untere Halbkugel nennen. Denkt man sich in den Mittelpunkt der Erde, von welcher jedoch die eine Halbkugel in Gedanken hinwegzunehmen ist, so wird man genau die Hälfte der Himmelskugel übersehen. Die Peripherie dieser Ebene, welche die halbe Himmelskugel abschneidet und durch den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Erd- und Himmelskugel geht, heißt der wahre Horizont (*Horizon verus*).

Der scheinbare oder physische Horizont (*Horizon adparens*) ist derjenige, dessen Umgrenzung uns nicht genau die Halbkugel des Himmels auf einmal übersehen läßt. — Wir denken uns die Kreislinie des scheinbaren Horizontes da gezogen, wo sich Himmel und Erde zu berühren scheinen. Man kann die Hälfte der Erdkugel nie, wohl aber die halbe Himmelskugel auf einmal sehen und zwar in der Mitte einer sehr weiten (ganz hügellosen) Ebene oder auf dem wogenlos gedachten Weltmeere, wenn das Auge zunächst an der Oberfläche der Ebene oder des Meeres-Spiegels seinen Standpunkt hat. — So stimmt der wahre mit dem scheinbaren Horizont überein, weil die allermeisten Sterne in so ungeheurer Entfernung von der Erde sich befinden, daß der Halbmesser der Erde, welcher 859½ geographische Meilen beträgt, für unendlich klein, d. i. für nichts zu achten ist. Von hohen Bergen, von Mastkörben der Schiffe auf off'nem Meere herab sieht man, wenn sonst nichts im Wege steht, noch etwas über die Hälfte der Himmelskugel. Man nennt diesen erweiterten Gesichtskreis Meer-Horizont.

Fig. 1. wird das Gesagte noch mehr verdeutlichen:

Der Kreis um **T** bezeichne die Erde.

AEBFA sei die Hohlkugel des Firmamentes in einem Durchschnitte durch ihr gemeinsames Centrum.

m T, ein Erdhalbmesser, stehe senkrecht auf **A B**, daher ist **A B** ein Durchmesser des wahren Horizontes für **m**, und zieht man

CD parallel zu *A B*, so ist *C D* ein Diameter des scheinbaren Horizontes. Es befinde sich in *B* ein Himmelskörper, so wird man diesen vom Punkte *m* der Erdoberfläche erst dann erblicken, wenn er sich bis zum Punkte *D* erhoben hat. Je länger aber die Linie *T B* im Verhältnisse zum unveränderlichen Erdhalbmesser *m T* wird, d. i. je größer die Entfernung des Himmelskörpers von der Erde ist, desto mehr nähert sich die Lage der Visir-Linie *m B* der Lage *mD*, so daß, wenn *m T* in Vergleich zu *T B* in einen Punkt zusammenschwindet, die Linie *m B* als mit der Linie *m D* ohne merklichen Fehler zusammenfallend betrachtet werden kann, so daß der behauptete Satz sich versinnlicht: Für so weit entfernte Gegenstände, wie die Fixsterne, fällt der scheinbare Horizont mit dem wahren zusammen.

§. 9.

Scheitel- und Fußpunkt.

Jeder Ort und jeder Mensch an der Oberfläche der Erde befindet sich im Mittelpunkte seines Horizontes. Dieser ändert sich, so wie der Beobachter seinen Ort verändert. Doch wird dieß am Himmelsgewölbe (ohne Anwendung von Meßinstrumenten) erst dann bemerkbar, wenn man sich wenigstens einige Meilen von seinem vorigen Standpunkte entfernt hat. *)

Jeder Horizont hat seine Pole. **) Diese sind 2 Punkte am Himmel, von denen der eine senkrecht über uns (Scheitelpunkt, Zenith), der andere unter uns in der uns unsichtbaren Halbkugel des Himmels (Fußpunkt, Nadir) gedacht werden muß. ***)

Fig. 1. T. I. So ist z. B. für den Punkt *m* und den Horizont *CD* der Punkt *E* an der Himmelskugel das Zenith und *F* das Nadir.

---

*) Mittelst eines Meßinstrumentes, dessen Gradbogen von 10 zu 10 Sekunden eingetheilt ist, wird eine Ortsveränderung von wenig über 1000 Schuh schon durch eine scheinbare Verrückung bemerklich.

**) Die Pole eines größten Kreises sind zwei einander gegenüber liegende Punkte der Kugeloberfläche, von welchen alle Punkte der Peripherie dieses größten Kreises gleichweit, d. i. um 90° abstehen.

***) Die künstliche Erdkugel muß daher immer so gestellt werden, daß der Ort des Beobachters, z. B. (Bamberg) überall gleichweit d. i. 90° von dem hölzernen Kreise, welcher den Horizont vorstellt, absteht. Daß man sich bei Aufstellung eines solchen Erdglobus nach den Weltgegenden richten müsse, versteht sich von selbst.

§. 10.

Scheitel-Kreise. Höhe eines Sterns.

Ein größter Kreis, der durch den Scheitel- und Fußpunkt eines Beobachters an der Erdoberfläche gezogen gedacht wird, der mithin auf dem entsprechenden Horizonte senkrecht steht, heißt Scheitelkreis. — Höhe eines Sternes ist die Erhebung desselben über den Horizont. Sie wird gefunden, wenn man vom Scheitelpunkte des Beobachters durch den Stern, dessen Höhe gesucht wird, den Quadranten eines Scheitelkreises zieht. Der Bogen vom Sterne bis zum Horizont gibt die Höhe desselben. Es sei *Fig. 2 Tab. I.* *T* die Erde, *m* ein Punkt ihrer Oberfläche, *Z* das Zenith und *H h* ein Diameter des Horizontes des Punktes *m*; ferner befinde sich im Punkte *P* der scheinbaren Himmelskugel ein Stern. Zieht man von *Z* einen Bogen durch den Stern *P*, so ist der Bogen *P H* dessen Höhe.

„Ein Fixstern steht hoch," heißt daher nicht, er ist weit von der Erde entfernt, oder „er steht niedrig" heißt nicht, er ist nahe bei der Erde, sondern: er hat sich mehr oder weniger über den Gesichtskreis erhoben; denn die Entfernung eines Fixsternes von der Erde wird als unveränderlich *) angenommen. Bei dem Auf- und Untergange eines Sternes ist seine Höhe = 0°; die Höhe eines Sternes im Zenith ist = 90°, in der Mitte zwischen Horizont und Zenith beträgt seine Höhe 45°.

§. 11.

Polhöhe.

Uns in der nördlichen Erdhälfte gehen gewisse Sterne, nämlich die um den Pol herum, daher Circumpolarsterne (*stellae circumpolares*) genannt, gar nicht unter; wir sehen sie nur des glänzenden Sonnenlichtes wegen bei Tag nicht **), folglich ist der nördliche Weltpol immer über unserem Gesichtskreise. Dasselbe gilt auch von den Bewohnern der südlichen Erdhälfte, über deren Gesichtskreise

*) Weiter unten werden wir sehen, daß diese Annahme, obwohl ohne merklichen Fehler zulässig, dennoch nicht auf strenger Wahrheit beruhe, indem sich die Sonne sammt dem ganzen Planetensystem im Weltraume mit großer Schnelligkeit fortbewegt, daher einigen Fixsternen näher kommt, von andern sich weiter entfernt. Der Einfluß dieser Bewegung auf astronomische Berechnungen wird sich aber erst in spätern Zeiten geltend machen.

**) Mittelst guter lichtstarker Fernrohre sieht man die Sterne, auch wenn die Sonne hoch über dem Gesichtskreise leuchtet, am tiefblauen Aether als matte silberweiße Punkte.

der Südpol liegt. Die Erhebung des Pols über den Gesichtskreis heißt Polhöhe, und zwar die des Nordpols die nördliche, und die des Südpols die südliche. Sie ist für verschiedene Erdbewohner verschieden, und wird so wie bei den Sternen nach Graden, Minuten und Sekunden berechnet. Die Polhöhe Bamberg's z. B. (Domkirche) beträgt 49° 53′ 28″. — Die künstliche Himmelskugel muß behufs ihrer zweckdienlichen Anwendung genau nach der Polhöhe des Ortes, wo sich der Beobachter aufhält, gestellt werden.

§. 12.

Aequator.

Aequator (Gleicher) ist derjenige größte Kreis, welcher von den beiden Weltpolen gleichweit absteht. Seine Pole stimmen daher mit den Weltpolen überein. Er theilt die Himmelskugel in die nördliche und südliche Hälfte ab, wovon Einige seine Benennung herleiten. Allein jeder größte Kreis theilt die Kugel in zwei gleiche Theile. Der wahre Grund seiner Benennung ist dieser, weil zweimal im Jahre (am 21. März und 23. Sept.) auf der ganzen Erde Tag und Nacht gleich sind, wo nämlich der Tagbogen der Sonne mit dem Aequator zusammenfällt.

Anmerkungen. Auf der Erde nennt man den Aequator die Mittellinie, oder schlechtweg die Linie.

Parallelkreise des Aequators sind kleinere Kreise an der Himmelskugel, die mit dem Aequator parallel liegen. Die merkwürdigsten derselben werden unten angeführt werden.

§. 13.

Der Mittagskreis.

Mittagskreis (*circulus meridianus*) ist derjenige größte Kreis für einen gegebenen Ort auf der Erdoberfläche, der durch die beiden Weltpole und durch das Zenith dieses Ortes geht, daher den Aequator senkrecht durchschneidet. Er theilt die Himmelskugel in die östliche und westliche Hälfte. Für jeden Ort auf der Erde läßt sich ein eigener Meridian ziehen, weil jeder Ort sein eigenes Zenith hat. Seinen Namen hat der Mittagskreis daher, weil die Sonne, wenn sie während ihrer täglichen Bewegung von Ost nach West in denselben tritt, ihren höchsten Stand über dem Horizont erreicht hat, und in diesem Augenblicke jene Tageszeit eintritt, die wir Mittag nennen. — Jeder in den Meridian tretende Himmelskörper hat die Hälfte seines Tagebogens beschrieben und seinen

höchsten Stand über dem Gesichtskreis erschritten, daher man von einem Sterne, welcher durch den Meridian geht, zu sagen pflegt: er culminirt, er hat seinen Culminationspunkt (*culmen*, der Gipfel) erreicht (vergl. §. 6). — Die Pole des Meridians sind die Punkte Ost und West im entsprechenden Horizont.

§. 14.

Sterntag, Sonnentag.

Der Meridian behält für jeden Ort der Erdoberfläche eine unverrückte Lage. Die Zeit zwischen zwei unmittelbar auf einander folgenden Durchgängen eines Fixsternes durch den Meridian eines Orts, also die Zeit, in der sich die ganze Himmelskugel um ihre Axe zu drehen scheint, heißt ein Sterntag (*dies fixarum*). — Man theilt ihn in 24 gleiche Theile, Stunden, ein. Auf die Stunde kommen 60 Zeit=Minuten, und letztere wird wieder in 60 gleiche Theile, Zeit=Sekunden getheilt. Wenn man nach solchen Tagen, Stunden ꝛc. die Zeit angibt, so rechnet man nach Sternzeit. Man hat darnach verfertigte Uhren, die man Stern=Uhren nennt.

Die Zeit zwischen zwei nächsten Durchgängen des Sonnen=Mittelpunktes durch den Meridian eines Ortes heißt Sonnentag (*dies verus*). Dieser ist etwas länger, als der Sterntag. Da die Sonne bei jedem scheinbaren Umlaufe um die Erde zweimal in den Mittagskreis, nämlich einmal in die oberhalb und einmal in die unterhalb des Horizontes liegende Hälfte desselben tritt, so kann der Anfang des Tages auch auf doppelte Art angenommen werden. Fängt man den Tag an, wenn sich die Sonne im Mittagskreis oberhalb des Horizontes befindet, so ist dies der astronomische Sonnentag, wo die Stunden bis 24 fortgezählt werden. Der Anfang des bürgerlichen Tages ist Mitternacht, nämlich der Augenblick, in welchem die Sonne (ihr Mittelpunkt) in den Meridian unterhalb des Horizontes tritt. (Näheres sieh im Anhange über math. Zeitrechnung.)

§. 15.

Scheinbare jährliche Bewegung der Sonne.

Man bemerkt, daß die Fixsterne, welche kurz nach dem Untergange der Sonne im Osten aufgehen, in den folgenden Abenden um dieselbe Zeit schon höher stehen, und dagegen andere kurz nach ihrem Untergange sich im Osten über den Horizont erheben. Nach einiger Zeit werden diejenigen Fixsterne erst des Morgens aufgehen, welche sonst bei dem Untergange der Sonne sich in Westen zeigten, und nach Verlauf eines Jahres werden am östlichen und westlichen Himmel gerade die nämlichen Sterne um dieselbe Zeit sichtbar sein. Da=

her scheint es, als wenn die Sonne noch eine eigene Bewegung zwischen den Fixsternen hindurch hätte, welche sie in 365 Tagen, 5 Stunden, 48 Minuten, 45 Sekunden vollendete. Diese ihre jährliche Bahn, welche sie von Westen gegen Osten zu durchlaufen scheint, ist ein Kreis und zwar ein größter, genannt Ekliptik (von ἐκλειπω, ich mangle). Diese Benennung rührt daher, weil wenn der Mond in seinem Voll- oder Neulichte seinen Stand in, oder in der Nähe des berührten Kreises hat, eine Mond- oder Sonnenfinsterniß (also ein „Mangel" an Licht, **eclipsis lunae vel solis**) entsteht.

Anmerkung. 1) Man könnte auch sagen, daß sich die Fixsterne innerhalb eines Jahres um die Sonne gemeinschafllich von Osten gegen Westen bewegen.

2) Da die Sterne mit jedem Tage um 4 Minuten früher aufgehen, als am nächstvorausgehenden, und also um eben so viel früher in den Meridian kommen, als die Sonne, so läßt sich's erklären, warum ein Sterntag etwas kürzer ist, als ein Sonnentag (s. §. 14).

§. 16.

Die vier merkwürdigsten Punkte der Ecliptik.

Die Sonne durchschneidet während ihres jährlichen Umlaufes den Aequator in zwei einander gegenüber liegenden Punkten (vergl. §. 12.). Diese Punkte werden Tag- und Nacht-Gleiche-Punkte (*puncta æquinoctialia*) genannt. Wenn die Sonne am 21. März den Aequator durchschnitten hat, so scheint sie von jetzt an gegen Norden aufzusteigen und zwar bis zum 21. Juni. Nun hat sie ihren höchsten Punkt gegen Norden erreicht, und scheint sich wieder gegen den Aequator zu wenden. Dieser höchste, von der Sonne nordwärts erstiegene Punkt heißt Sommer-Sonnen-Wendepunkt, Punkt des Sommer-Solstitiums (***solstitium aestivum***).

Am 23. September hat sie wieder den Aequator und hiemit ihren zweiten Aequinoctial-Punkt erreicht; von diesem Tage an scheint sie gegen Süden niederzusteigen und erreicht am 21. Dezember den gegen Süden hin von dem Aequator entferntesten Punkt ihrer Bahn; er heißt Winter-Sonnen-Wendepunkt, Punkt des Winter-Solstitiums (***solstitium hibernum***). — Die beiden Wendepunkte liegen einander als Endepunkte des Durchmessers eines größten Kreises gegenüber (***puncta e diametro opposita***). Durch beide Solstitial-Punkte zieht man Parallel-Kreise zum Aequator, die daher Wendekreise heißen.

Anmerkung. Die Bewegungen der Sonne sind demnach als eine Art von Schraubengängen innerhalb der Wendekreise zu betrachten.

§. 17.

Schiefe der Ecliptik.

Aus den vorigen §. §. folgt, daß der Aequator und die Ecliptik, da sie sich zweimal durchschneiden, vier Winkel (nämlich 2 Paar Scheitelwinkel) bilden. Die Größe eines jeden dieser Winkel beträgt sehr nahe 23 ½ °. Man nennt diese Neigung der Ecliptik gegen den Aequator die Schiefe der Ecliptik. Sie betrug vor zwei Jahrtausenden 24°, war also größer als jetzt, denn genau beträgt sie nur 23° 28′. Sie ist im Abnehmen, und wenn diese Abnahme fortdauert (*Lalande* sagt, daß sie gegenwärtig in hundert Jahren nur 23 Sekunden beträgt), so hätten wir gemäß dieser Berechnung nach 198,000 Jahren auf der ganzen Erde dauernde Tag- und Nachtgleichheit, und die Bewohner der gemäßigten und kalten Zonen hätten alsdann einen beständigen Frühling.*)

Da die Ecliptik mit dem Aequator einen Winkel von 23 ½ ° macht, so folgt, daß ihre Pole an der Oberfläche der scheinbaren Himmelskugel von den dortigen Polen des Aequators eben so viele Bogengrade entfernt liegen, und daß die Pole der Ecliptik um die Weltpole (nämlich die Pole des Aequators) innerhalb 24 Stunden mittelst der täglichen Bewegung Kreise beschreiben, welche man Polarkreise nennt, von denen man aus einleuchtendem Grunde einen nördlichen und südlichen unterscheidet.

§. 18.

Die Koluren.

Der Kolur der Nachtgleichen (*colurus æquinoctiorum*) ist ein größter Kreis, der durch die beiden Weltpole und die Nachtgleiche-Punkte geht. Der Kolur der Sonnenwenden ist gleichfalls ein größter Kreis, der auch durch die Weltpole, aber noch durch die Sonnen-Wendepunkte gezogen wird. Die beiden Koluren fallen also mit den zwei durch die erstgenannten Punkte der Ecliptik gezogenen Meridianen zusammen. Sie theilen die Ecliptik in vier gleiche Theile oder Quadranten.

Anmerkung. Der Name Koluren stammt aus dem Griechischen und leitet sich aus den Wörtern *κολος*, verstümmelt und *ὀρα*, der Schweif, oder das

*) Die Veränderung der Schiefe der Ecliptik rührt von den Einflüssen anderer Planeten auf die Erde mittelst der Schwerkraft her, und nach genauen Berechnungen wird sie nicht bis auf 0° herabsinken, sondern wenn sie bis auf 20° 34′ abgenommen hat, wieder zunehmen und auch auf der andern Seite nicht zu höherem Werthe, als 27° 48′ anwachsen.

Ende eines Dinges. Koluren bedeuten also dem Wortlaute nach verstümmelte, d. i. unvollendete Kreise, wie auch Makrobius sagt: *coluris nomen dedit imperfecta conversio*; weil die Alten, die sich den Himmel nicht als vollendete Hohlkugel dachten, daher diese Kreise gegen den Südpol hin als unvollendet annahmen.

§. 19.

Der Thierkreis.

Die alten Astronomen bemerkten, daß der Mond und die Planeten während alles Wechsels ihrer Stellungen gegen die Fixsterne sich nie weit von der Ecliptik nord- oder südwärts hin entfernen. Sie zogen daher zu beiden Seiten derselben in einem Abstande von 8—10° zwei ihr parallele Kreise, über welche hinaus der Mond und die ihnen bekannten Planeten*) nicht schritten. Die innerhalb dieser Zone befindlichen Sterne theilten sie in 12 Sternbilder ab, vergl. §. 4., welche auch die 12 himmlischen Zeichen genannt werden. Da sie ihnen größtentheils Namen von Thieren beilegten, so nannten sie diesen ohngefähr 20° breiten Gürtel am Himmel Thierkreis (*Zodiacus*). Diese Sternbilder sind, von der Frühlings-Nachtgleiche an geordnet, nach ihrem ehemaligen Stande nebst ihrer gewöhnlichen Bezeichnung folgende:

1) Widder, *aries*. ♈	7) Wage, *libra*. ♎
2) Stier, *taurus*. ♉	8) Scorpion, *scorpius*. ♏
3) Zwillinge, *gemini*. ♊	9) Schütze, *arcitenens*. ♐
4) Krebs, *cancer*. ♋	10) Steinbock, *caper*. ♑
5) Löwe, *leo*. ♌	11) Wassermann, *aquarius*. ♒
6) Jungfrau, *virgo*. ♍	12) Fische, *pisces*. ♓

Ausonius, ein Dichter des 4. Jahrhunderts, hat die 12 Himmelszeichen in zwei Verse gebracht.

Sunt aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo,
Libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces.

§. 20.

Eintheilung der Zeichen des Thierkreises.

1) Die sechs ersten Zeichen vom Widder bis zur Jungfrau einschließlich heißen die nördlichen, weil dieselben die Sonne durchläuft, wenn sie sich in der

*) Die seit 1801 entdeckten Planeten oder sogenannten Asteroiden schweifen zum Theil von der Ecliptik gegen Norden und Süden viel weiter ab.

nördlichen Halbkugel befindet. Die sechs übrigen von der Wage bis zu den Fischen heißen die südlichen.

2) Die sechs Zeichen: Steinbock, Wassermann, Fische, Widder, Stier und Zwillinge nennen wir auf der nördlichen Erdhälfte wohnenden Menschen die aufsteigenden, die sechs übrigen vom Krebse bis zum Schützen die niedersteigenden Zeichen. Vergl. §. 16.

3) Jedem der 12 Zeichen sind 30° von 360° der Ecliptik zugetheilt, und die Sonne braucht im Durchschnitte 30 Tage, um ein Zeichen zu durchlaufen. Die Sonne tritt am 21. März in das Zeichen des Widders. Hier fängt der astronomische Frühling an, daher heißen der Widder, der Stier und die Zwillinge die Frühlingszeichen. Am 21. Juni tritt sie in das Zeichen des Krebses; hiemit beginnt der astronomische Sommer, daher heißen der Krebs, der Löwe und die Jungfrau die Sommerzeichen. Am 23. September tritt sie in das Zeichen der Wage. Hier fängt der astronomische Herbst an, daher werden Wage, Scorpion und Schütze die Herbstzeichen genannt. Am 21. Dezember tritt die Sonne in das Zeichen des Steinbocks, es beginnt der astronomische Winter, und die drei Winterzeichen sind die des Steinbocks, Wassermanns und der Fische.

Anmerkung. Da die Sonne bei dem Sommer-Wendepunkt in das Zeichen des Krebses und bei dem Winter-Wendepunkt in das des Steinbocks tritt, so geht daraus hervor, warum der nördliche Wendekreis der des Krebses und der südliche der des Steinbocks genannt wird.

§. 21.

Erklärung der Zeichen des Thierkreises.

Ueber das hohe Alterthum des Thierkreises ist man durchgehends einverstanden, aber nicht darüber, von welchem Volke die Benennung der Sternbilder desselben herrühre. Einige schreiben sie den Aegyptern, Andere den Braminen, und wiederum Andere den Chaldäern zu. Diese letzte Meinung stellt *le Pluche* in seinem *theatre de la nature*, Th. *V.* S. 843, also dar: „Das Jahr der Chaldäer fing mit der Frühlingsnachtgleiche an. Um diese Zeit warfen die Schafe, Kühe und Ziegen ihre Jungen. Da die Viehzucht die vorzüglichste Beschäftigung und Nahrungsquelle der Chaldäer war, so bildeten ihre Sternseher für die drei Frühlingszeichen einen Widder, einen Stier und ein Paar Ziegen. Statt der Letzteren wurden in der folgenden Zeit die Zwillingsbrüder Castor und Pollux gesetzt.

Man bemerkte ferner, daß die Sonne im Anfange des Sommers den höchsten Punkt am Firmament erreicht habe, und sich wieder südwärts entferne, daher mußte der zuweilen rückgängige Krebs die zurückweichende Sonne bezeichnen. Die Hitze wurde nun erst recht stark und heftig, zur Bezeichnung ihrer Stärke und Heftigkeit wählten sie den Löwen und seine Wuth. Eine Jungfrau als Schnitterin mit einem Büschel Kornähren in der Hand (*Ceres*) bezeichnete die Ernte, die nun auf ihren Feldern statt hatte. Mit Anfang des Herbstes sind Tag und Nacht gleich; das Zeichen des Gleichgewichtes und überhaupt der Gleichheit war die Wage. Die Krankheiten im Herbste, und die um jene Zeit stattfindenden Jagden deuteten der giftige Scorpion und der Schütze an. Da die Sonne des Winters am weitesten von ihrem Scheitelpunkte entfernt war, und sich nun allmählig wieder gegen ihn erhob, so wählten sie zur bildlichen Darstellung dieses Verhältnisses den Höhen erklimmenden Steinbock. Durch den Wassermann wurden die Winterregen und die durch das Schmelzen des Schnees bewirkten Ueberschwemmungen angedeutet. Da mit Annäherung des Frühjahres die beste Zeit für den Fischfang eintrat, so wurde das Sternbild, in welchem nun die Sonne gesehen wurde, durch ein Paar zusammengebundene Fische bezeichnet.“

§. 22.

Vorrückung der Nachtgleichen.

Die Sonne trifft nach Verlauf eines Jahres nicht genau wieder auf denselben Punkt des Aequators, den sie ein Jahr zuvor getroffen hatte. So stand vor ungefähr 2000 Jahren das Sternbild Widder zunächst bei dem Frühlings-Aequinoctial-Punkte, das Sternbild Wage bei dem Herbst-Aequinoctial-Punkte; allein seitdem rückten die Punkte der Nachtgleichen gegen die Ordnung der Zeichen allmählig (jährlich 50½ Sek., also in ungefähr 71 Jahren um einen Grad) vor, so daß jetzt die Sonne bei der Frühlings-Nachtgleiche im Sternbilde der Fische, und bei der Herbst-Nachtgleiche in jenem der Jungfrau steht. Die Aequinoctial-Punkte sind also seit ungefähr zwei Jahrtausenden um 30°, d. i. um ein ganzes Zeichen des Thierkreises vorgerückt. Es versteht sich von selbst, daß dieses auch bei den übrigen Zeichen der Fall ist. So steht die Sonne mit Anfang des Sommers nicht bei dem Sternbilde Krebs, sondern bei den Zwillingen, mit Anfang des Winters nicht beim Sternbilde des Steinbockes, sondern bei dem des Schützen. Um Verwirrung zu vermeiden, behält man noch immer die alte Abtheilung und Benennung bei und sagt z. B. die Sonne tritt bei der Frühlings-Nachtgleiche in das Zeichen des Widders, ob sie gleichwohl bei dem Sternbilde der Fische steht, u. s. w.

Dritter Abschnitt.

Von den verschiedenen Weltsystemen.

§. 23.

Das Ptolemäische System.

Die alte Welt, und selbst die meisten Philosophen jener Zeit, z. B. Pythagoras, Plato u. a. nahmen an, daß unsere Erde unbeweglich, und der Mittelpunkt der ganzen Schöpfung sei; ferner daß sich die Sonne, der Mond und alle Planeten und Fixsterne innerhalb 24 Stunden von Osten gegen Westen um dieselbe drehen. Diese Vorstellung von den Bewegungen und der Ordnung der Weltkörper hat Ptolemäus, ein ägyptischer Mathematiker und Astronom, ungefähr 130 Jahre nach Christi Geburt in ein System gebracht, welches das Ptolemäische genannt wird.

§. 24.

Würdigung dieses Systems.

Die Alten hingen zu sehr an dem, was die Sinne sahen, und stellten sich die Entfernungen der Sonne, Planeten und Fixsterne zu gering vor. Nun aber sind wir über letzteren Punkt besser unterrichtet, denn wir wissen aus den bekannten Entfernungen der Himmelskörper, daß z. B. die Sonne in einer Stunde einen Weg von 540000 (also über eine halbe Million) Meilen, die weiter entfernten Planeten einen größeren, und die Fixsterne einen noch viel weiteren Weg zurücklegen müßten, um innerhalb 24 Stunden ihren Kreislauf um die Erde zu vollenden. Die Geschwindigkeiten der nach dieser Annahme um uns kreisenden Fixsterne müßten ein solches Verhältniß gegen einander haben, daß ihrer äußerst verschiedenen Entfernungen von der Erde ungeachtet sie doch alle ihre Stellung gegen einander und gegen die Erde nicht veränderten. Dann wäre auch der Mittelpunkt des Kreislaufes der ungeheuer großen Sonne, der Planeten, die meistens unsere Erde an Größe übertreffen, und der unzähligen Fixsterne unsere verhältnißmäßig äußerst kleine Erde. Die Annahme dieses Systemes verwickelt uns in eine Menge von Widersprüchen und Ungereimtheiten, und widerstreitet der Weisheit des Schöpfers, der zur Erreichung seiner Zwecke die nächsten und einfachsten Mittel wählt.

Anmerkung. Nimmt man, was viel zu wenig, die Entfernung des nächsten Fixsternes auch nur zu einer Billion Meilen an, so müßte er dennoch bei

seinem täglichen Laufe um die Erde in jeder Stunde einen Weg von nahe an dreimalhunderttausend Millionen Meilen zurücklegen, während das Licht innerhalb der nämlichen Zeit sich nur durch einen Raum von nur nahebei 150 Millionen Meilen fortpflanzt, obschon seine Geschwindigkeit die größte in der Natur ist, welche mit Sicherheit gemessen werden konnte.

§. 25.

Zweifel gegen das Ptolemäische System.

1) Wie kann die Erde im Mittelpunkt aller Planeten-Bahnen liegen, da uns diese Planeten, am auffallendsten Merkur, Venus und Mars, bald größer, bald kleiner erscheinen?

2) Sollten wir nicht auch zuweilen die Planeten Merkur und Venus der Sonne gerade gegenüber, d. i. um 180° von ihr entfernt sehen, wenn unsere Erde im Mittelpunkte ihrer Bahnen läge? Könnte es sich nicht einmal treffen, daß z. B. die Venus in 0° ♈ (Widder) und die Sonne in 0° ♎ (Wage) ihren Stand hätte, so daß in dem Augenblicke, in welchem die Sonne in Westen unterginge, sich Venus über den Osthorizont erhöbe? — Diese Erscheinung beobachten wir aber nie, denn die Venus entfernt sich höchstens 48° und Merkur nur 28° von der Sonne. Diese Erfahrung hat indessen die Anhänger des Ptolemäischen Systemes veranlaßt, anzunehmen, daß Merkur und Venus um die Sonne laufen, wodurch ihre beständige Nachbarschaft bei derselben, und ihr veränderlicher Lichtglanz sich erklären ließen.

3) Es müßten nach diesem Systeme der Mond und die Sonne außer der 24stündigen Bewegung von Osten nach Westen noch eine entgegengesetzte von Westen nach Osten haben.*) Kann wohl ein und derselbe Körper sich wirklich zugleich nach zwei entgegengesetzten Richtungen bewegen?**)

§. 26.

Das Kopernikanische Weltsystem.

Das Ptolemäische System wurde bis zur Mitte des sechszehnten Jahrhun-

*) Um das scheinbare Fortrücken des Mondes und der Sonne von Westen nach Osten zu Gunsten des Ptolemäischen Systemes zu erklären, wäre hinreichend, anzunehmen, diese beiden Himmelskörper liefen mit geringerer Geschwindigkeit binnen 24 Stunden um die Erde, als die Fixsterne.

**) Es braucht kaum erwähnt zu werden, daß der scheinbar so unregelmäßige Lauf der Planeten, noch mehr aber jener der Kometen am Fixstern-Himmel nach dem Ptolemäischen System, dessen Nichtigkeit längst allgemein anerkannt ist, keine Erklärung findet, die dem gesunden Menschenverstande zusagt.

derts durchgehends angenommen; nur einige wenige alte Philosophen verwarfen es und nahmen die Bewegung der Erde um ihre Axe, aber auch zugleich um die Sonne an. Die in den Schriften der Alten hie und da anzutreffenden Spuren dieser Meinung bestärkten den unsterblichen Nikolaus Kopernikus*) in seinen Zweifeln gegen die Richtigkeit des Ptolemäischen Systems. Nach 36 jährigem Forschen und Nachdenken stellte er in seinem berühmten Werke: ***De revolutionibus orbium coelestina, Norimbergae 1545,*** sein System auf; die Hauptsätze desselben sind folgende:

1) Die Erde bewegt sich alle 24 Stunden von West gen Ost einmal um ihre eigene Axe. Hiedurch wird der tägliche scheinbare Umlauf der Sonne und aller übrigen Himmelskörper in entgegengesetzter Richtung, und zugleich die Abwechslung von Tag und Nacht auf unserer Erde bewirkt.

2) Nicht die Erde, sondern die Sonne ist der Mittelpunkt der beinahe kreisförmigen Bahnen aller Hauptplaneten, woraus sich ihre jedesmaligen Stellungen und oft unordentlich scheinenden Bewegungen am Himmel erklären und berechnen lassen.

3) Die Erde ist ein Planet und bewegt sich innerhalb eines Jahres von Westen nach Osten um die Sonne, welche bezüglich der Planeten als ruhend, stillstehend angenommen werden kann, außer daß sie sich, wie spätere Beobachtungen lehrten, in ungefähr 25 Tagen einmal um ihre Axe dreht.

4) Der Mond ist der einzige Weltkörper, der sich um die Erde, und mit ihr zugleich um die Sonne dreht.

5) In einer viel tausendmal größeren Entfernung, als der weitabstehende Planet Uranus**) befinden sich die Fixsterne, die daher nicht mehr zu unserem Sonnensystem gerechnet werden können.

§. 27.

Das Tychonische Weltsystem.

Das Kopernikanische System fand großen Widerspruch, weil es gegen die hergebrachten Vorstellungen anstieß; dann gegen die sinnlichen Wahrnehmungen und gegen gewisse Stellen in der heiligen Schrift, welche der Sonne Bewegung

*) Kopernikus, eigentlich Köpernik war 1473 zu Thorn in Preußen geboren, ward Domherr zu Frauenburg, gleichfalls in Preußen, und starb 1543 in eben dem Jahre, wo er oben erwähntes Werk herausgab.

**) Uranus hat seinen Rang als äußerster Planet unseres Sonnensystems seit Entdeckung des Planeten Neptunus verloren.

zuschreiben, zu streiten scheint. Tycho de Brahe wollte die seinsollenden Widersprüche des Kopernikanischen Systems heben und behielt die Meinung der Alten bei, daß die Erde unbeweglich im Mittelpunkte des Weltgebäudes ruhe, die Sonne aber mit allen übrigen Himmelskörpern innerhalb 24 Stunden um die Erde laufe. Mit Kopernikus nahm er an, daß die damals bekannten 5 Planeten sich um die Sonne herumbewegen. Dieses System enthält zu viele und zu auffallende Widersprüche, als daß es nicht längst schon gründliche Widerlegung hätte finden müssen.

§. 28.

Einwürfe gegen das Kopernikanische System und deren Widerlegung.

Dieses System ist jetzt das allgemein anerkannte und bildet die Grundlage der neueren Astronomie. Es sollen nun die Einwürfe widerlegt werden, welche man gegen dasselbe machte.

1) Kein Mensch empfindet etwas von der Bewegung der Erde, die ihr das Kopernikanische System zuschreibt, also hat sie keine.

Antw. Gründe des Verstandes müssen mehr gelten, als sinnliche Wahrnehmungen; wie oft verleiten uns nicht die Aussagen unserer Sinne zu falschen Urtheilen. Wer z. B. in einem längs des Ufers stätig hinsegelnden Schiffe befindlich, die Gegenstände durch ein Kajütenfenster betrachtet, dem wird es scheinen, daß das Schiff ruhe, während Bäume und Häuser mit größerer oder geringerer Schnelligkeit vorüberziehen. Noch auffallender ist diese Erscheinung für einen auf einem Eisenbahnzuge Fahrenden, welchem nahe Gegenstände rasch vorüberzufliegen scheinen. Diese Täuschung wird um so vollkommener, je stätiger die Bewegung des Beobachters ist. Nun ist die Umwälzung und Fortbewegung der Erde so vollkommen gleichförmig oder doch so stätig, daß für den Bewohner derselben die Täuschung, welche wegen des Schwankens des Schiffs, wegen kleiner Unregelmäßigkeiten der Eisenbahn, in oben erwähnten Beispielen nicht vollkommen war, ganz vollendet auftritt, so daß uns nur der Verstand, nicht aber die Sinne von derselben losmachen können.

2) Wie ist es möglich, daß sich die Erde um ihre Axe drehe? Wäre dieses der Fall, so müßte durch diese Umwälzung der Erde einmal unser Kopf nach unten gekehrt sein.

Antw. Wir wissen von den Erdumseglern ganz zuverlässig, daß die uns entgegengesetzte Halbkugel der Erde bewohnbar und wirklich bewohnt ist. Die Menschen daselbst befinden sich jetzt in demselben Zustande, in welchem wir uns

nach 12 Stunden befinden werden, nämlich die Menschen auf der andern Hälfte der Erdkugel können und werden in diesem Augenblicke von sich sagen, daß sie oben sind, und dürften eben so gut als wir befürchten, daß nach 12 Stunden ihre Häupter nach unten zu stehen kommmen würden. Also während wir nach oben zu sein glauben, sind die Andern unten; aber auch diese glauben von sich, daß sie oben und wir unten sind. Das Eine ist so begreiflich als das Andre, und die Möglichkeit ist durch die Wirklichkeit erwiesen — die Begriffe Oben und Unten sind Verhältnißbegriffe und beziehen sich auf die Lage der Dinge gegen uns und gegen einander. Was von unserm Scheitel gegen den Mittelpunkt der Erde zu gekehrt ist, nennen wir Unten; was dagegen von dem Mittelpunkte der Erde an gegen unsern Scheitel seine Richtung hat, nennen wir Oben. Es gibt also auf der Erdoberfläche kein Oben und kein Unten, sondern der Erde ganze Oberfläche ist in Beziehung auf ihren Mittelpunkt ein Oben. Alle Bewohner der Erdkugel stehen mit den Füßen auf der Oberfläche der Erde, den Kopf gegen den Himmel, nämlich nach oben, gerichtet, werden durch die Anziehungskraft der Erde gegen ihren Mittelpunkt angezogen, und dadurch gegen die vermeintliche Gefahr geschützt, bei der Umdrehung der Erde nach unten in's Unendliche zu fallen.

3) Die Erde ist eine grobe, schwere, zur Bewegung ungeschickte Masse, wie kann sich diese als ein Stern in den Lüften herumtreiben?

Antw. Warum soll die Erde, die nach Tycho's eigner Angabe 140 mal von der Sonne an Größe übertroffen wird, weniger zur Bewegung geschickt sein, als dieser große Körper? — Warum soll unsre Erde zur Bewegung weniger geschickt sein, als andre Planeten, die doch auch kugelförmige, feste und ursprünglich dunkle von der Sonne erleuchtete Körper sind, deren einige, wie Tycho selbst berechnete, z. B. Jupiter 14 mal und Saturn 22 mal größer als die Erde sind. Ferner läßt sich annehmen, daß, sowie die Geschöpfe auf der Erde nicht dem Wesen, sondern nur dem Grade nach verschieden sind, dasselbe auch von den Himmelskörpern gelten werde.

4) Im Buche Josua 10. Kap. 12. Vers steht: „Sonne, bewege dich nicht gegen Gabaon und Mond nicht gegen Ajaron, und es standen Sonne und Mond."

Antw. Josua richtete sich nach den damals herrschenden Vorstellungen, und hatte wohl nicht die Absicht, seinen Kriegern Astronomie zu lehren, wovon er vielleicht selbst keine Kenntniß gehabt haben mag. — Selbst die Kopernikaner sprechen: die Sonne geht auf, geht unter, ob sie gleich das Gegentheil annehmen. — Ueberhaupt ist die Bibel das Buch nicht, woraus wir Astronomie lernen sollen. Gott hat nie etwas geoffenbart, was auf solche Wissenschaften Bezug hat, sondern

nur, was zur Religion gehört. Sehr witzig fertiget Kästner einen solchen ab, der sich auf Schriftstellen beruft:

Velten: Herr Küster! wie? was sagt Er da?
Wir sollten um die Sonn' uns dreh'n?
Er träumt; hieß nicht dort Josua
In ihrem Lauf sie stille steh'n?

Küster: Das ist es, was ich sagen will:
Seit jenem Tage steht sie still;
Den möcht' ich seh'n, der aus der Schrift bewieß,
Daß er sie wieder laufen hieß!

Anmerkung. Es ist kaum nöthig zu erwähnen, daß die Zahlen 140 und weiter unten 14 und 22 wohl mit Tycho's, jedoch keineswegs mit den Rechnungen der neueren Astronomie zusammenstimmen.

Zusatz. Gegen die Bewegung der Erde wurde auch eingewendet:

Wenn die Erde sich so schnell um ihre Axe schwingt, wie kommt es, daß ein Stein, den man auf der Spitze eines hohen Thurmes fallen läßt, senkrecht bis zum Fuße des Thurmes niederfällt und nicht, wie man vermuthen sollte, westwärts zurück bleibt, weil während der Zeit, die der Stein brauchte, um fallend von der Spitze des Thurmes bis zu dessen Fuß zu gelangen, der Thurm sammt dem Punkte der Erdoberfläche, auf welchem er steht, eine weite Strecke nach Osten fortgerückt sein muß.

Wir fragen dagegen: warum gelangt ein Stein, den man von dem höchsten Mastkorb eines rasch segelnden Schiffes am Mastbaume fallen läßt, an dessen Fuß, obschon man hätte vermuthen sollen, daß er hinter dem Mast hätte niederfallen müssen, weil das Schiff, so lange der fallende Stein unter Weges war, fortgerückt ist? Die Antwort dort und hier ist einfach; der Stein auf der Thurm- und der auf der Mast-Spitze waren in dem Augenblicke, wo sie zu fallen begannen, nicht im Zustande absoluter Ruhe befindlich. Der Stein auf der Thurmspitze hatte, ehe er losgelassen wurde, bereits die Geschwindigkeit der um ihre Axe sich schwingenden Erde im entsprechenden Punkte, der Stein im Mastkorbe bereits die Geschwindigkeit des segelnden Schiffes angenommen; keiner der beiden schweren Körper konnte daher zurückbleiben.

Ein direkter Beweis für die Axendrehung der Erde läßt sich aus folgender Thatsache ableiten:

Wenn unter irgend einer geographischen Breite ein schweres Geschütz, mit einer Kugel geladen, in genau senkrechter Richtung abgefeuert wird, so fällt die Kugel nicht in die Geschützmündung oder deren unmittelbare Nähe zurück, sondern sie erreicht ostwärts vom Standpunkte des Geschützes den Boden, weil vermöge der Axenschwingung der Erde die höheren Luftschichten, in welche die steigende Kugel eindringt, wegen ihrer größern Entfernung vom Mittelpunkte der Erde eine größere Geschwindigkeit angenommen haben, als dem Geschütze zukommt. Die Kugel, von dem Strome jener höheren Luftschichten ergriffen, nimmt ihre Geschwindigkeit durch Mittheilung an,

und fällt also ostwärts vom Geschütze nieder, und zwar um so weiter, je näher am Aequator der Erde der Versuch angestellt wird.

§. 30.

Folgesätze aus dem Kopernikanischen System.

I. Die tägliche Bewegung der Gestirne ist keine wahre, sondern eine scheinbare; denn während sich die Sterne innerhalb eines Sterntages um die Erde zu drehen scheinen, dreht sich in Wirklichkeit die Erde selbst einmal um ihre Axe.

II. Nicht die Sonne durchläuft die Ecliptik, sondern die Erde, welche innerhalb eines Jahres ihre Bahn um die Sonne vollendet. Steht also die Erde, *Fig.* 3, in *a*, so wird uns die Sonne *s* in irgend ein Zeichen, z. B. den Widder (♈) am Fixsternhimmel zu treten scheinen; ist sie aber nach ungefähr 30 Tagen bis *b* vorgerückt, so erblicken wir die Sonne bei dem Sternbilde Stier (♉), dann scheint sie in das Bild der Zwillinge zu rücken u. s. f. — Die Erde durchläuft in jedem Monate den zwölften Theil ihrer Bahn, und daher scheint die Sonne sich in einem jeden Zeichen ein Monat lang zu verweilen.

III. Die Weltaxe ist nichts, als die in den unermeßlichen Himmelsraum hinaus verlängert gedachte Erdaxe; Weltpole und Erdpole liegen demnach in einer und derselben geraden Linie.

IV. Jeder Mittagskreis am scheinbaren Himmelsgewölbe ist nur ein bis dahin erweiterter Erdmeridian. Eben so ist der Aequator am Himmel die erweiterte Ebene des Erdaequators.

V. Die Ecliptik ist nur die bis an die Himmelskugel hinaus erweiterte Ebene der Erdbahn um die Sonne.

VI. Es beziehen sich also alle größten Kreise der Himmels- und Erdkugel wechselseitig auf einander (sie correspondiren). Man erhält ferner auch alle diejenigen Kreise an der Erdkugel, die schon früher an der Himmelskugel beschrieben wurden, z. B. die Koluren, Wendekreise, Polarkreise u. s. w.

Vierter Abschnitt.

Darstellung unseres Sonnensystems.

Begriff: Das Sonnensystem ist ein aus der Sonne und den dazu gehörigen Planeten, Trabanten und Kometen bestehendes Ganze.

§. 31.

Eigenschaften der Sonne.

Die majestätische Sonne befindet sich in der Mitte ihres ungeheueren Gebietes. Sie bewegt sich um ihre Axe; dies entdeckte man auf folgende Art: der prächtig glänzende Sonnenkörper, der sich unserem Auge als ebene Scheibe darstellt, hat durch, wenn auch nur mittelmäßige, Fernrohre betrachtet, fast immer dunkle Stellen (Sonnenflecken). — Diese wurden nach Erfindung der Fernrohre, ungefähr im Jahre 1810 erst bemerkt. *) Sie sind oft einzeln wahrzunehmen, zuweilen werden deren mehrere, zerstreut oder in Gruppen vereint, zugleich beobachtet. Ihre Gestalt ist unregelmäßig und verschieden, so wie ihre scheinbare Größe, und beides veränderlich. Man sieht sie oft auf der Sonnenscheibe entstehen und verschwinden. Die bleibenden bewegen sich gemeinschaftlich innerhalb einer in der Mitte der Sonnenscheibe liegenden breiten Zone vom östlichen Sonnenrande bis zum westlichen und zwar in etwa 12½ Tagen. Einige Flecken kommen nach dieser Zeit wieder am östlichen Rande zum Vorschein, nachdem sie am westlichen verschwunden sind. Hieraus schloß man, daß die Sonne sich von Osten nach Westen um ihre Axe drehe, und da sie sich dabei immer in einer kreisförmigen Gestalt zeigt, keine platte Scheibe, sondern eine Kugel sein müsse.

Anmerkung. Merkwürdig sind auch an der Sonne die lichteren Stellen, Sonnenfackeln genannt, die sich durch ihren helleren Glanz von den übrigen Theilen der Sonnenoberfläche unterscheiden. Zuweilen sind deren nur einzelne, oft aber auch mehrere zugleich wahrzunehmen.

Zusatz. Betrachtet man, nachdem man das Auge durch ein gefärbtes Glas geschützt hat, welches über das hinterste Ocularglas geschraubt wird, die Sonne durch ein stark vergrößerndes achromatisches Fernrohr oder Spiegel-

---

*) Die Sonne dreht sich in ungefähr 25½ Tagen um ihre Axe; da aber während dieser Zeit auch die Erde in ihrer Bahn fortrückt, so kehret die Sonne erst nach 27½ Tagen den Erdbewohnern wieder genau dieselbe Seite zu.

Telescop, so zeigt sie in ihrer ganzen Oberfläche ein eigenthümliches wolliges, gleichsam marmorirtes Aussehen, augenscheinlich verursacht durch eine zahllose Menge wolkenartiger Lichtgebilde, welche ihre Form und ihre gegenseitige Lage mit außerordentlicher Raschheit selbst unter dem Auge des Beobachters verändern. Nur äußerst wirksame Fernrohre zeigen diese, von Herschel Corruptionen genannten, Bildungen an der Sonnenoberfläche. Bisweilen fehlen diese Lichtwellen an einzelnen kleinen Stellen Stunden, seltner Tage lang; an solchen Stellen bilden sich dann zarte, dunkle Punkte von runder oder ovaler Form, von Herschel „Poren" genannt. Die Form der Sonnenflecken ist sehr unregelmäßig, am Rande gemeiniglich ausgefranzt und zerrissen; man unterscheidet an ihnen durchgängig einen wegen der blendend hellen sie umgebenden Sonnenfläche in tiefer Schwärze sich darstellenden Kern, der von einem lichtbraun erscheinenden Hofe umrändert ist. Oefters laufen vom innern Rande des dunkeln Kerns in radikaler Richtung zarte Streifen von der nämlichen Färbung durch den bräunlichen lichteren Hof bis an die Ränder des Fleckens. Häufig beobachtet man, daß mehrere nahe zusammengruppirte kleinere Sonnenflecken in einen einzigen zusammenfließen, der dann, hat er sich einmal gebildet, oft viele Tage lang sichtbar bleibt. Nicht selten sieht man zwei Fleckenkerne vor ihrer vollkommenen Vereinigung durch einen Streifen jenes bräunlichen Nebels getrennt, welcher den Hof der Sonnenflecken bildet. Die Sonnenfackeln, offenbar Anhäufungen von jener leuchtenden Materie, welche als äußerste Schichte den Sonnenball umhüllt, zeigen sich am häufigsten an den Rändern größerer Sonnenflecken. Wenn die Sonnenflecken durch die arendrehende Bewegung dieses Centralkörpers an den äußersten Rand der Sonne zu stehen kommen, so erscheinen sie durch starke telescopische Vergrößerungen als Einschnitte, Vertiefungen. Man hat auch in Mitte des Kernes größerer Sonnenflecken lichtere Wölkchen, gebildet aus dem nämlichen bräunlichen Nebel, aus welchem der Hof besteht, beobachtet, die rasch Form und Art veränderten. Die Größe der Sonnenflecken anbelangend, sind solche, welche mittelst eines gefärbten Glases oder, wenn die Sonne durch Höhenrauch in gemildertem Lichte dem Auge zugänglich ist, selbst ohne Fernrohre gesehen werden können, keine große Seltenheit. Nun wird Niemand zweifeln, daß ein Gegenstand, welcher in einer Entfernung von 22 Millionen Meilen noch dem blosen Auge sichtbar ist, eine sehr bedeutende Ausdehnung haben muß, und es braucht keiner von den größten Sonnenflecken zu sein, durch welchen unsre Erde passiren könnte, ohne seine Ränder zu streifen. Auch die Bewegungen, welche an der Oberfläche der Sonne bezüglich der dortigen wolkenähnlichen leuchtenden Gebilde beobachtet werden, sind so ungemein schnell, daß der Lauf der 48pfündner Kugel an unsrer Erde in dem Augenblicke, wo sie durch die Explosion des Schießpulvers aus dem Geschütze gesprengt wird, dort oben kaum dem trägen Fortkriechen der Schnecke vergleichbar seyn würde. — Nebst den Sonnenfackeln beobachtete man auch Lichtadern an der Oberfläche dieses Weltkörpers, die sich nicht sowohl durch ein strahlenderes, als vielmehr durch ein weißeres, gesättigteres Licht auszeichnen; unverkennbar zeigen sich Fackeln und Lichtadern als wahre Erhöhungen.

§. 32.

Größe der Sonne.

Die Sonne ist ihrem körperlichen Inhalte nach nahebei 1,448,000 mal größer, als die Erde; wenn man ferner sämmtliche Planeten und Nebenplaneten zusammennimmt, so übertrifft sie diese Gesammtmasse doch noch 700 mal an räumlichem Inhalte. Der Sonnendurchmesser ist nahe 112 mal größer als der Erddurchmesser, so daß der Sonnendurchmesser 194247 geographische Meilen beträgt. Ihr Umfang im Aequator mißt ungefähr 611000 geogr. Meilen, und ein Punkt dieses Sonnen-Aequators durchlauft bei ihrer Umwälzung binnen einer Stunde 995 geographische Meilen, bewegt sich also 4½ mal schneller, als ein Punkt des Erdaequators während der 24 stündigen Umdrehung unsres Planeten. Die Oberfläche der Sonne beträgt 11,809,300,000, also nahe an zwölftausend Millionen Quadratmeilen.

§. 33.

Verschiedene Ansichten über das sogen. Feuer der Sonne.

In älteren Zeiten nahm man auf der Sonne ein wirkliches Feuer an, dessen feinste Theile auf die Erde und die übrigen Planeten herabströmten. Man glaubte diese Ansicht dadurch gerechtfertigt, weil die Sonne ein blendendes Licht verbreitet, und weil ihre Strahlen erwärmen, ja sogar mittelst der Brenngläser und Hohlspiegel mit Heftigkeit zünden. Dieser Meinung zufolge wären die Sonnenflecken Rauch- und Dampfwolken, welche das Sonnenfeuer bald von sich stößt, bald wieder in sich aufnimmt. Andere stellten sich die Sonnenkugel mit einer glühenden flüssigen Materie (einer Art Lava) übergossen vor, in welcher große Klumpen schon ausgebrannter Materie schwimmen, die sich wechselweise über das Feuermeer erheben und dann wiederum versinken.

§. 15.

Einwendungen gegen diese Meinungen.

1) Wenn die Sonne wirkliches Feuer ist, so muß es anderer Art sein, als unser irdisches, indem es sich in seinen Wirkungen von demselben so sehr verschieden zeigt. Ein Brennglas z. B. bringt vermittelst der einfallenden Sonnenstrahlen die größte Hitze hervor und wird dabei selbst nur langsam warm; *) hält man es aber an das Feuer oder über glühende Kohlen, so wird es bald erhitzt, und thut als Brennglas doch keine Dienste. **)

*) Man hat bekanntlich sehr wirksame Brenngläser aus Eis angefertigt.

**) Bei der Zurückspiegelung folgen die Wärmestrahlen denselben Gesetzen, wie die Licht-

2) Woher soll der ungeheuere Sonnenkörper nach der ersten Meinung den nöthigen Zufluß an Brennmaterial hernehmen, um nicht nach und nach zu erlöschen?

3) Wodurch wird nach der zweiten Meinung die feuerige Masse beständig glühend und flüssig erhalten?

4) Sollte auf der weiten Oberfläche der großen Sonne die Natur gleichsam noch mit dem Chaos streiten, ein beständig aufloderndes Feuer oder eine geschmolzene Lava alles Zerstörbare verzehren, und der majestätische Glanz der Sonne ein bloser Widerschein von den aus ihr überall aufsteigenden Flammen sein? Schon der herrliche Anblick und der scharfbegrenzte Rand der Sonne scheint dieß zu widerlegen.

§. 35.

Ansichten der neueren Astronomen von der Natur des Sonnenkörpers.

Seit die Fernrohre einen so hohen Grad der Vollkommenheit erreichten, welchen die praktische Optik der Neuzeit ihnen zu verschaffen wußte, änderten sich nothwendig die Vermuthungen und Ansichten der Naturforscher bezüglich der wahren Beschaffenheit der Sonne sehr wesentlich. Genaue Messungen haben die Thatsache festgestellt, daß der Durchmesser der Sonne veränderlich ist. So nahm derselbe nach Beobachtungen auf der Sternwarte zu Greenwich zwischen den Jahren 1765—1798 von 32′ 3″ bis auf 31′ 59½″ ab, war jedoch nach Bessels Beobachtungen zwischen den Jahren 1816—1818 auf 32′ 5½″ gestiegen.

Ferner hat sich durch Beobachtungen erwiesen, daß der Axen- oder Polar-Durchmesser der Sonne nicht, wie bei den Planeten, *kleiner*, sondern gegentheils um 346 Meilen *größer* ist, als der Aequatorial-Durchmesser.

Sorgfältig angestellte Beobachtungen haben ermitteln lassen, daß Gegenstände am Rande der Sonne sich nicht, wie bei Planeten, welche in eine Atmosphäre gehüllt sind, undeutlich, sondern eben so deutlich als in der Mitte der scheinbaren Sonnenscheibe darstellen, so daß wir nicht annehmen dürfen, die uns sichtbare Sonnenoberfläche sei in eine Atmosphäre gehüllt, die dicht genug sei, um dem

strahlen. Stellt man zwei Hohlspiegel, wenn auch in namhafter Entfernung, einander in gehöriger Richtung gegenüber, so kann man mittelst einer im Brennpunkte des ersten Spiegels befindlichen glühenden Kohle Feuerschwamm anzünden, den man in den Brennpunkt des zweiten Spiegels hält. Es ist bei Beurtheilung oben aufgeführter Verhältnisse der Unterschied zwischen strahlender und mitgetheilter Wärme sehr zu berücksichtigen.

Lichte irgend ein Hinderniß bezüglich seiner Fortpflanzung in den Weg legen zu können.

Die unzweideutigsten Beobachtungen erhoben es zur Gewißheit, daß jene leuchtende Schichte, welche den oben (§. 31. Zusatz) erwähnten bräunlichen Hof der Sonnenflecken bildet, unterhalb der äußersten blendendhellen Lichthülle, und tief unter dieser zweiten Schichte erst die Region jenes scheinbaren Dunkels liegt, das den Kern der Sonnenflecken bildet, der sich nur wegen des Alles überstrahlenden Sonnenlichtes in verhältnißmäßigem Schwarz zeigt.

Mit Zuhülfnahme noch anderer neuerer Erfahrungen im Bereiche der Naturwissenschaft hat die Astronomie der Neuzeit bezüglich des Centralkörpers unseres Sonnensystems folgende Sätze zu einem hohen Grade der Wahrscheinlichkeit erhoben:

1) Die uns sichtbare Oberfläche der Sonne gehört nicht unmittelbar dem eigentlichen Sonnenkörper an, sondern ist eine leuchtende sphärische Hülle, welche durch weiten Zwischenraum getrennt, den kugelförmigen Kern der Sonne in Form einer Hohlkugel einhüllt.

2) Der kugelförmige Kern der Sonne ist planetarischer Natur, und aus den nämlichen Stoffen gebildet, wie die Erde und die übrigen Planeten, indem das Planetensystem ein zusammenhängendes Ganze ist, und nicht angenommen werden kann, daß das bildende Prinzip in der Natur (d. i. der Schöpfer) sich bei Hervorbringung jedes einzelnen Weltkörpers dieses Systems verschiedener Mittel bediente. Die verhältnißmäßige Dichtigkeit des Sonnenkernes wird am einfachsten der Dichtigkeit der Erde gleichgesetzt, und aus dieser Annahme mit Zuziehung der bekannten Schwerewirkung der Sonne gegen die Planeten berechnet sich der Durchmesser des eigentlichen Sonnenkernes bei weitem kleiner, als der Durchmesser der uns sichtbaren Lichthülle desselben. Während nämlich die uns erscheinende Photosphäre (von *φῶς*, Licht, und *σφαῖρα*, Kugel) in ihrem Aequator einen Durchmesser von 192650 geogr. Meilen hat, so gestattet die Rechnung dem Sonnenkerne nur einen entsprechenden Durchmesser von 132650 geogr. Meilen, so daß also die Oberfläche des planetarischen Sonnenkernes nicht weniger als 30000 Meilen tief unter der von uns wahrnehmbaren Lichthülle liegt.

3) Der Lichtstoff, welcher die Photosphäre der Sonne bildet, ist dem ähnlich, welchem die Nord- und Südlichter an den Polen unserer Erde ihre Entstehung verdanken. Dieß wird durch den Umstand, daß diese Lichthülle an den Polen der Sonne eine größere Ausdehnung hat, als unter dem Aequator, noch wahrscheinlicher gemacht. Auch die überaus raschen Veränderungen und Bewegungen, welche man in der Sonnen-Photosphäre wahrnimmt, erinnern an ver-

wandte Erscheinungen, die man am Nordlichte beobachtet hat. Das electrische Licht, das Nordlicht, das Licht der Kometen und ihrer Schweife, das Licht vieler Nebelflecken am Fixsternhimmel sind ohne Zweifel verwandte Erscheinungen.

4) Der planetarische Kern der Sonne ist, wie die Erde und die übrigen Planeten, mit einer Atmosphäre umgeben, deren Dichtigkeit im Verhältnisse der Masse dieses Kernes steht, und daher bei weitem dichter ist, als unsere Erdatmosphäre. Höchst wahrscheinlich ist diese Sonnenatmosphäre die Trägerin von Wolken in vergrößertem Maßstabe, jedoch ähnlich denen der Erdatmosphäre.

5) Oberhalb dieser Schichte dunkler atmosphärischer Sonnenwolken nimmt, durch weiten Zwischenraum von ihr getrennt, jene Lichthülle ihre Stelle ein, welche wir durch Oeffnungen in der höchst blendenden Photosphäre als jenen bräunlichen Nebel erblicken, der den Hof der Sonnenflecken bildet.

6) Sonnenflecken entstehen, wenn die leuchtenden Wolken der obersten und nächstuntern Photosphäre stellenweise zurücktreten. Durch den Kern dieser Flecken sehen wir dann hinab auf die dunkle atmosphärische Wolkenschichte, oder bisweilen auf den Kern der Sonne selbst; der bräunliche Nebel, welcher die schwarzen Mittelpartien des Sonnenfleckens umgibt, ist der Rand der Oeffnung in der weiten minderhellen Photosphäre. — Die Sonnenfackeln und Lichtadern sind stellenweise Verdichtungen und Anhäufungen der leuchtenden Materie, welche die obere Photosphäre bildet.

7) Die Sonnenflecken scheinen Durchbrüchen gasartiger Flüssigkeiten ihr Dasein zu verdanken, welche sich am Sonnenkerne entwickeln, und ungestümm nach oben streben. Die Sonnenflecken erscheinen nur in der Aequatorial-Zone der Sonne, jedoch nicht genau im Aequator, entweder weil unter dem Sonnen-Aequator, wie dieß bei der Erde der Fall ist, eine Reihe thätiger Vulkane des Sonnenkernes befindlich ist, aus denen sich jene nach oben strebenden Gase entwickeln, welche die Lichthüllen der Sonne durchbrechen, oder die Sonnenflecken erscheinen deßwegen in den Polargegenden nicht, weil daselbst, wie der größere Axendurchmesser beweist, die Licht-Hohlkugel eine größere Dicke hat.

8) Der Stoff, aus welchem die äußere Lichthülle besteht, scheint sehr fein und durchsichtig zu sein, wie die Nordlicht- und die Cometen-Materie, sonst könnten Anhäufungen desselben in den Sonnenfackeln und Lichtadern nicht in weißerem Lichte erscheinen.

9) Was die Frage anbelangt, ob der Sonnenkern an seiner Oberfläche lebende und denkende Wesen trage, so stoßen wir bei dem Wunsche, sie zu beantworten, auf große Schwierigkeiten. So viel ist vollkommen ausgemacht, daß

Wesen von unsrer Körper-Organisation auf der Sonne nicht bestehen können. Würde ein Mensch plötzlich an die Oberfläche des Sonnenkernes versetzt, so würde, selbst wenn er in einer so verdichteten Atmosphäre athmen könnte, schon die so hoch gesteigerte Anziehungskraft des Sonnenballs ihn dort mit unwiderstehlicher Kraft am Boden gefesselt halten, so daß er nicht im Stande wäre, ein Glied zu heben. Wollte uns dort eine mitleidige stärkere Hand vom Boden heben und aufrecht stellen, so wären wir in wenigen Sekunden des Todes, weil die Muscularkraft unseres Herzens nicht hinreichen würde, unser nach unten strebendes Blut im Umlaufe zu erhalten. Ist die Sonne bewohnt, so muß sie Wesen tragen, deren Körper der Schwere nicht so sclavisch unterthan ist, als der unsrige. Was sie an ihre Heimath fesselt, muß aus luftigerem specifisch leichterem Stoffe gewebt sein, als unser Körper; die Bewohner der Sonne müssen körperlich und also auch geistig höher stehende Wesen sein als wir, und hier öffnet sich ernsten Gedanken so wie den rosigen Gebilden der Phantasie ein weites Feld. Jedenfalls muß die Behauptung, daß wir Menschen die höchstorganisirten Wesen im Universum seien, und keiner der zahllosen Weltkörper Wohnung edlerer, vollendeterer Geschöpfe sein könne, als unsere Erde, sehr flach und anmassend genannt werden.

Schlüßlich wird bemerkt, daß die Verhältnisse des Sonnenballs besonders deßhalb einer näheren sorgfältigeren Betrachtung werth zu halten seien, weil erstere in der Reihe der Planeten, besonders der jenseits der Erde kreisenden, eine treue, wenn auch verkleinerte Copie finden, wie weiter unten sich zeigen wird.

§. 36.

Das Zodiakallicht oder das Thierkreislicht.

Das sogenannte Zodiakallicht glänzt in einem weißlichen, dem der Milchstrasse gleichenden Lichtschimmer, und spielt zuweilen auch in's Röthliche. Es erstreckt sich, so weit wir es bemerken können, über die Erdbahn hinaus, und liegt immer im Thierkreise, daher sein Name. Seine Gestalt ist lanzenförmig oder pyramidal. Man bemerkt es im Frühjahre in den Abendstunden am westlichen, im Herbste in den Frühstunden am östlichen Himmel. Da es dem Aequator der Sonne correspondirt, und offenbar in Beziehnng mit letzterer steht, so hält man es für eine Erweiterung und Fortsetzung der Sonnen-Photosphäre.

§. 37.

Anzahl und Benennung der Planeten.

Planeten sind uns zur Zeit 16 bekannt. Die Alten nahmen ihrer sieben an, nämlich:

1) Die Sonne. ☉	In der Chemie hat Gold dasselbe Zeichen und heißt nebst *aurum* auch *Sol.*
2) Der Mond. ☾	Das Silber *argentum* oder *luna* in der Chemie.
3) Der Merkur. ☿	In der Chemie hat Quecksilber dasselbe Zeichen und heißt *mercurius.*
4) Die Venus. ♀	Kupfer hat dasselbe Zeichen und heißt auch *venus.*
5) Der Mars. ♂	Eisen, *mars.*
6) Der Jupiter. ♃	In der Chemie das Zeichen des Zinnes, welches nebst *stannum* auch *jupiter* heißt.
7) Der Saturnus. ♄	Auch das Bleizeichen, nebst *plumbum* auch *saturnus* genannt.

Aus vorhergehenden §. §. ist zu ersehen, daß die Sonne und der Mond nicht unter die Planeten gehören, wohl aber die Erde (♁), welche die Alten nicht darunter zählten.

Planeten, welche in späterer und neuester Zeit entdeckt wurden.

1) Im Jahre 1781 am 31. März entdeckte Herschel der Aeltere, ein Deutscher, der in England lebte, einen neuen Planeten und nannte ihn dem Könige von England zu Ehren *sidus Georgicon.* Bode nannte ihn aber in Uebereinstimmung mit den übrigen Planeten-Namen: Uranus, welcher Name auch beibehalten wurde und gab ihm das Zeichen ♅.

2) Im Jahre 1801 am 1. Januar entdeckte Piazzi, Professor der Astronomie zu Palermo in Sizilien durch einen glücklichen Zufall einen zweiten neuen Planeten und nannte ihn Ceres, zur Ehre der Göttin, welche zuerst den Feldbau lehrte und seinem Könige Ferdinand zu Ehren *Ceres Ferdinandea.* Er gab ihm das wohlgewählte Zeichen einer Sichel ⚳.

3) Im Jahre 1802 entdeckte *Dr.* Olbers, ausübender Arzt in Bremen, den dritten neuen Planeten, nannte ihn Pallas und gab ihm das Zeichen einer Lanze ⚴.

4) Im Jahre 1804 entdeckte Harding, damals astronomischer Gehilfe des Justizrathes Schröter zu Lilienthal, später Professor in Göttingen, einen vierten neuen Planeten, nannte ihn Juno und gab ihm das Zeichen ⚵ (eines Scepters).

5) Im Jahre 1807 entdeckte *Dr.* Olbers abermal einen Planeten. Auf Ersuchen des Entdeckers hat Professor Gaus in Göttingen ihm den Namen

Vesta beigelegt und folgendes Zeichen: einen Opferaltar mit dem heiligen Feuer der Vesta, gewählt ⚶.

6) Durch die Entdeckungen der neuesten Zeit ist die Reihe der Planeten noch durch folgende vergrößert worden:

Asträa, entdeckt von Henke am 8. Dezember 1845.

Iris, entdeckt von Hind am 13. August 1847.

Hora, entdeckt von Hind am 18. Oktober 1847, und

Hebe, entdeckt von Henke am 1. Juli 1847.

Ferner jenseits des Uranus:

Neptun, entdeckt von *Dr.* Galle am 23. September 1846.

Zu bemerken ist, daß die Planeten Ceres, Pallas, Juno, Vesta, desgleichen Asträa, Iris, Hora, Hebe, sehr klein sind, und mit blosem Auge nicht gesehen werden können; ferner, daß ihre Bahnen auf eine merkwürdige und sonderbare Weise in einander verschlungen sind.

Kurz nach Erfindung der Fernrohre entdeckte man mittelst derselben mehrere Nebenplaneten (Trabanten, Satelliten), nämlich: 4 beim Jupiter, 7 beim Saturn, späterhin 6 beim Uranus, und in neuester Zeit auch eine noch nicht ermittelte Anzahl beim Planeten Neptun. Da die Erde einen Nebenplaneten oder Mond hat, so kennen wir also zur Zeit, die Monde des Neptun nicht gerechnet, 18 Nebenplaneten.

Die Ordnung, in welcher sich die Planeten um die Sonne bewegen, ist folgende:

Der nächste Planet an der Sonne ist Merkur, dann folgt die Venus, den dritten Platz nimmt die Erde, den vierten Mars ein, hierauf folgen die einander benachbarten später entdeckten kleinen Planeten, ferner Jupiter, Saturn, Uranus und die Reihe schließt gegenwärtig Neptun.

Die früher bekannten Planeten wurden in nachstehenden Versen mitgetheilt:

Mercurius primus, Venus altera, tertia Terra,
Mars quartus, noviter detecti hinc inde sequuntur,
Vesta et Juno, Ceres, Pallas resecantibus intrant
Orbibus, ast ultra Jupiter, Saturnus, et illum
Uranus egreditur, non ausim dicere summus.*)

*) Der letzte dieser Verse, die doch lange vor Entdeckung des jetzt äußersten Planeten Neptunus niedergeschrieben wurden, beweist, daß ihr Verfasser es allerdings für nicht unwahrscheinlich hielt, wie jenseits des Uranus ein noch entfernterer Planet seine Bahn um die Sonne wandeln möge; kaum dürfte Neptun der äußerste sein.

§. 38.

Unterschied der Planeten von den Fixsternen.

Die Planeten sind dem ersten Ansehen nach den Fixsternen ähnlich, lassen sich jedoch durch folgende Kennzeichen von ihnen unterscheiden:

1) Ist ihr Licht nicht zitternd und funkelnd, wie das der Fixsterne, sondern ruhig.

2) Verlieren sie, durch Fernrohre beobachtet, ihren Strahlen-Glanz und erscheinen je nach der Wirkung des Instrumentes vergrößert und scheibenförmig. Die Fixsterne dagegen erscheinen auch durch sehr gute Fernrohre beobachtet, wie leuchtende Punkte und behalten die Lebhaftigkeit ihres Lichtes.*)

3) Die Planeten leuchten durchgehends in einem etwas farbigen gleichförmigen Lichte, welches von der Natur ihrer Oberfläche oder Atmosphäre herrührt. Die Fixsterne, wenigstens die mit blosem Auge wahrnehmbaren, strahlen in weißem Lichte, und nur wenige bilden eine Ausnahme, wie z. B. der röthlich leuchtende Antares, und der Sirius, der zuweilen in Regenbogenfarben zu spielen scheint.

4) Die fünf älteren Planeten entfernen sich nicht weit von der Ecliptik, die Fixsterne bemerkt man am ganzen Himmel.

5) Die mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbaren Fixsterne verändern mit wenigen Ausnahmen innerhalb Jahrtausenden ihren Stand gegen einander nicht merklich; die Planeten hingegen verändern täglich ihren Ort, wiewohl diese Ortsveränderung bei einigen, z. B. beim Jupiter, Saturn, Uranus erst nach mehreren Tagen merklich wird.

Anmerkung. Diejenigen Planeten, welche der Sonne näher sind, als unsere Erde, heißen wir die untern, diejenigen aber, welche weiter von der Sonne entfernt sind, als die Erde, nennen wir die oberen.

§. 39.

Die Planeten bewegen sich in Ellipsen.

Bis gegen das Ende des 16. Jahrhunderts glaubte man, daß die himmlischen Körper in der vollkommensten Figur, welche den Alten der Kreis war,

*) Durch die stärksten Vergrößerungen der ausgezeichnetsten Fernrohre stellen sich die Fixsterne erster Größe dem Beschauer als blendendhelle kleine Scheibchen dar. Auch die sogenannten planetarischen Nebel erscheinen unter hinreichender Vergrößerung als wohlbegrenzte planetenähnliche Scheiben, so auch manche Doppelsterne, wovon weiter unten die Rede sein wird.

sich bewegten und zwar gleichförmig, nämlich, daß sie in gleichen Zeiten gleiche Räume durchliefen. Kepler, ein Deutscher, ein Mann von außerordentlichem Geiste, suchte auf das Mühsamste für den Mars die Kreisbahn auszumitteln; allein er überzeugte sich endlich, daß die Bahn dieses Planeten kein Kreis sein könne. Er versuchte es nun mit mehreren kreisähnlichen Bahnen, jedoch keine entsprach; zuletzt nahm er die Ellipse an, in deren einen Brennpunkt er die Sonne setzte. Diese Annahme erwies sich als ganz gegründet, erklärt alle Erscheinungen im Laufe der Himmelskörper, und ist als die richtige allgemein anerkannt. — Da sich die Planeten in Ellipsen bewegen, in deren einem Brennpunkte, z. B. Taf. *I*. Fig. 4 in *F* die Sonne steht, so folgt, daß, wenn sie auf ihrer Bahn in *P* angelangt sind, sie der Sonne am nächsten stehen, und in *A* von derselben am entferntesten sind. Der Punkt *P* heißt daher die Sonnennähe (***Perihelium***), der Punkt *A* die Sonnenferne (***Aphelium***). Die Linie ***PF*** macht die kleinste, die Linie ***AF*** macht die größte Entfernung eines Planeten von der Sonne aus. Addirt man beide Entfernungen und dividirt sie durch 2, so erhält man die mittlere Entfernung, welche gewöhnlich angenommen wird.

Anmerkung. Da die Erde in der Sonnennähe sich schneller bewegt, als in der Sonnenferne und wir auf der nördlichen Halbkugel während der erstern Winter haben, so entsteht ein merklicher Unterschied in der Dauer der Jahreszeiten. Frühling und Sommer dauern bei uns ungefähr 3 Tage länger, als Herbst und Winter.

§. 40.

Von den Aspekten.

Unter Aspekten versteht man das Verhältniß der Standorte zweier Himmelskörper, besonders der Planeten, der Sonne und des Mondes. Erscheinen uns Erdbewohnern zwei Planeten in derselben Gegend des Himmels, so nennt man diese Stellung ihre Zusammenkunft, Conjunction (***conjunctio***), und bezeichnet sie ☌. — Erscheinen sie an entgegengesetzten Stellen der Ecliptik, so daß sie um 180°, d. i. um die Hälfte der Ecliptik von einander abstehen, so nennt man diese Stellung ihren Gegenschein, ihre Opposition (***oppositio***), und bezeichnet sie ☍. Stehen sie 120°, d. i. den dritten Theil der Ecliptik von einander, so heißt dieß der gedritte Schein (***aspectus trittonus***) und wird bezeichnet durch △. Stehen sie 90°, d. i. um den vierten Theil der Ecliptik von einander, so heißt diese Stellung der gevierte Schein oder die Quadratur (***aspectus quadratus***) und wird so bezeichnet: □. Stehen sie 60°, d. i. den sechsten Theil der Ecliptik auseinder, so heißt dieß der gesechste Schein (***aspectus sexagonus***) und wird bezeichnet: ✡

Anmerkung 1. Die unteren Planeten können niemals mit der Sonne in Opposition kommen, wohl aber die oberen. Wenn die unteren mit der Sonne in Conjunktion kommen, so stehen sie entweder hinter der Sonne (obere Conjunktion) oder vor der Sonne, nämlich zwischen ihr und der Erde (untere Conjunktion); und in diesem letzteren kann jene Erscheinung auftreten, die wir Durchgänge der untern Planeten, nämlich des Merkurs oder der Venus durch die Sonnenscheibe nennen. Man sehe *Fig.* 5. *Tab. I.*, wo *S* die Sonne, *T* die Erde, *A* und *B* die Venus in zwei verschiedenen Stellungen gegen Sonne und Erde bezeichnet. Befindet sich die Venus in *B*, so steht sie in ihrer obern Conjunktion mit der Sonne, denn wir zielen von *T* aus Sonne und Venus nach der nämlichen Seite des Firmamentes ab; hat dagegen die Venus den Ort *A* ihrer Bahn erreicht, so zielen wir sie von *T* aus wieder mit der Sonne an die nämliche Stelle des Himmels; aber sie steht in ihrer unteren Conjunktiou, und es kann der Fall eintreten, daß wir diesen Planeten in Gestalt einer schwarzen kreisförmigen Scheibe durch die Sonne ziehen, nämlich vor ihr vorüber gehen sehen. Auch kann man sich aus der Figur leicht verdeutlichen, warum die Venus nie und noch weniger der Merkur mit der Sonne in Opposition treten können.

Anmerkung 2. Den Sterndeutern (Astrologen) waren die Aspekten ein wichtiger Theil ihrer Kunst. Sie theilten dieselben in die guten und schlimmen. Gute, wenn die Planeten mit gütigen Strahlen einander ansahen; dieß war ihnen der gedritte und gesechste Schein. Schlimme, wenn sie sich mit unfreundlichen Strahlen begegneten; dieß war ihnen die Opposition und der gevierte Schein. Die Conjunktion war weder gut noch bös.

§. 41.

Beschreibung der einzelnen Planeten.

Merkur und Venus.

Merkur erscheint als ein kleiner mit weißlichem Lichte schimmernder Stern. Er entfernt sich nie über 28° von der Sonne und kann daher nur in der Morgen- oder Abenddämmerung gesehen werden. Durch sehr gute Fernrohre bemerkt man an ihm, wie an dem Monde, Abwechslungen des Lichtes (Phasen). Hieraus folgt aber, daß Merkur ein kugelförmiger, an sich dunkler, Körper ist, der von der Sonne erleuchtet wird. Er vollendet seinen Umlauf in nahe 88 Tagen und dreht sich in 24 Stunden und 53 Sekunden um seine Axe. Er ist unter den älteren Planeten der kleinste.

Zusatz. Von der Erde aus gesehen, erscheint der Planet Merkur unter einem Sehwinkel von nahe 8″ in seiner mittleren Entfernung von uns. Die kleinste Distanz Merkurs von der Erde beträgt beinahe 11, die größte 30 Millionen Meilen. Merkur ist an seinen Umschwungspolen etwas abgeplattet; sein mittlerer Durchmesser beträgt 600 Meilen, und der Umfang seines Aequators 1892 Meilen, so daß ein Grad desselben etwas über 5 Meilen mißt. Der Rauminhalt Merkurs verhält sich zum Rauminhalte der Erdkugel, wie 43 zu 1000 oder wie 1: 24 nahebei. Der 4. Jupitersmond ist demnach (siehe unten) beinahe noch einmal so groß, als der Hauptplanet Merkur. Da Merkur zweifelsohne aus den nämlichen Stoffen besteht, wie die Erde, so wird auch seine verhältnißmäßige Dichtigkeit der des Erdballs nahe kommen, wonach die Masse der Sonne sich etwas über 7 Millionen mal größer berechnet, als die des Merkurs. Die Luft an der Oberfläche des Merkurs kann bei weitem nicht so dicht sein, als an der Erdoberfläche, weil seine Masse viel kleiner ist, als die der Erde, und die Bewohner dieses Planeten athmen eine Luft, welche so verdünnt ist, wie auf dem Gipfel des Chimborasso unserer Erde. Eben diese dünnere Atmosphäre wird aber die Merkursbewohner gegen die heftigen Einwirkungen der Sonne schützen, die auf dem Merkur nahe an siebenmal mehr Licht und Wärme strahlt, als auf eine gleiche Fläche unserer Erde. Hätte dieser Planet eine so dichte Atmosphäre, wie wir, so würde er nicht bewohnbar sein, indem selbst die gemäßigten Zonen weit über die Siedhitze des Wassers sich erwärmen müßten. Bei so verdünnter Atmosphäre aber, wie sie Merkur hat, können auf seiner Oberfläche, mit Ausnahme der heißen Zone, besonders gegen die Pole hin, sich fühlende und denkende Wesen ihres Daseins freuen, und da, wie wir auf der Erde sehen, die Weisheit und Güte des die Natur beseelenden Princips einen Raum unbevölkert läßt, der fähig ist, Organismen zum Wohnort und zum Schauplatze ihrer Thätigkeit zu dienen, so erhebt sich die Bewohntheit Merkurs zu hohem Grade der Wahrscheinlichkeit.

Venus, ein lebhaft glänzender Stern, erscheint gleichfalls entweder eine Zeit lang nach Sonnenuntergang (Abendstern, Hesperus) oder eine Zeit lang vor Sonnenaufgang (Morgenstern, Lucifer, Posphorus). Er ist der schönste Stern am Himmel und wirft, wenn er sich der Erde nähert, einen solchen Glanz auf irdische Gegenstände, daß diese bei hinlänglicher Dunkelheit einen bemerkbaren Schatten werfen. Unter den günstigsten Verhältnissen kann Venus, während die Sonne noch über dem Horizonte steht, als milchweißes Pünktchen mit freiem Auge gesehen werden. Sie entfernt sich höchstens 48 ° von der Sonne. Betrachtet man die Venus durch Telescope, so bemerkt man an ihr gleichfalls, so wie am Monde, Abwechslungen des Lichtes, sogenannte Lichtgestalten oder Phasen. Sie dreht sich in 23 Stunden, 21 Minuten und 8 Sekunden einmal um ihre Axe, und durchläuft in 224 Tagen ihre Bahn um die Sonne.

Zusatz. Die Venus ist, wie die übrigen Planeten, an den Polen etwas abgeplattet, weil sie sich um ihre Axe schwingt. Der Durchmesser ihres

Aequators verhält sich zu dem Axendurchmesser, wie 306 : 305. Der mittlere scheinbare Durchmesser derselben, von der Erde aus gesehen, beträgt 37″ (Sekunden); die Entfernung der Venus von unsrer Erde wechselt von 5 Millionen Meilen in ihrer Erdnähe und 36 Millionen Meilen in ihrer Erdferne, daher sie uns in sehr veränderlichem Glanze erscheinen muß. Der mittlere Durchmesser der Venus beträgt 1660 ½ geographische Meilen, also beinahe so viel als der Durchmesser des Erdballs (1719 Meilen). Der Umfang ihres Aequators ist 5225 Meilen (der Umfang des Erdaequators 5400 Meilen), und ein Grad ihres Aequators mißt 14 ½ Meilen. Der Rauminhalt der Venus beträgt nur um ¹/₁₀ weniger als der Rauminhalt unsrer Erde. Nach Bessel's Rechnungen verhält sich die Masse der Venus zur Masse des Sonnenkernes, wie 1 : 401847. Da die Venus bezüglich ihrer Größen- und Massenverhältnisse unsrer Erde so ungemein ähnlich ist, so würde ein Erdbewohner, in eine gemäßigte oder kalte Zone der Venus (während des Sommers der letzteren Zone) versetzt, sich daselbst ganz behaglich fühlen und vielleicht kaum gewahren, daß er sich auf einem andern Planeten befinde. Die Sonne aber äußert auf der Venus beiläufig noch einmal so viel Leuchtkraft, als auf der Erde, und da die Atmosphäre an der Oberfläche der Venus beinahe ebenso dicht ist, als an der Oberfläche unsres Heimathplaneten, so muß die mittlere Temperatur in der heißen Zone der Venus allerdings beinahe doppelt so hoch steigen, als in der heißen Zone der Erde; unter dem Aequator der Venus würde also ein Erdgeborner keineswegs existiren können; desto angenehmer müßte aber für uns Erdbürger ein Aufenthalt unter den höhern Breitegraden jenes Planeten sein. Telescopische Beobachtungen zeigten, daß die Venuskugel mit Ausnahme ihrer Polargegenden in eine ununterbrochene Wolkendecke eingehüllt ist, die sich nur bisweilen stellenweise so weit verdünnt und aufhellt, daß ein unsichrer Blick auf die eigentliche Oberfläche des Planeten gestattet ist, wo dann hellere Punkte von unverrückbarer gegenseitiger Stellung sich als die Gipfel hoher Berge oder als Gebirgsländer der Venus zeigen, durch deren Beobachtung die Umdrehungszeit der letzteren bestimmt wurde. Diese Wolkenumhüllung muß den Venusbewohnern einen sehr zweckmäßigen Schutz gegen die heftigere Einwirkung der Sonne gewähren, läßt aber auch auf häufige atmosphärische Ergießungen an jenem Planeten schließen, so daß unsern Nachbarn auf der Venus Regenschirme mehr vonnöthen sein dürften, als Sonnenschirme. Wärme und Feuchtigkeit sind die beiden großen Hebel zum Emporschwung des Pflanzenwuchses; da nun beide der Venusoberfläche in so reichem Maaße zuströmen, so läßt sich auf eine ungemeine Ueppigkeit der dortigen Vegetation schließen. Die auf der Venus wohnenden denkenden Wesen werden ihren Lebensunterhalt nicht, wie wir Erdbürger, dem Boden abtrotzen müssen, und jene Laster, welche durch die Noth geboren werden, dürften auf der Venus weniger bekannt sein, als bei uns. Mit der Zeitbestimmung aber werden sich die Venusbewohner wenig abgeben, weil sie die Sonne nur durch eine Wolkenhülle, die Sterne aber gar nicht beobachten können, sie müßten denn eine Reise nach den Polgegenden ihres Planeten machen, die von der Wolkenhülle frei sind, und durch ihre blendend weiße Farbe vermuthen lassen, daß sie mit Schnee bedeckt sind. Die Astronomie, mithin auch die Schiffahrt werden sich auf dem glänzenden Abendsterne noch in sehr kindlichem Zustande befinden, und wie wir die

Verhältnisse dieses Planeten auch betrachten mögen, drängt sich uns die Vermuthung auf, daß die Bewohner der Venus in einem einfacheren, der Natur näher liegenden, also sinnlich glücklicheren Zustande sich befinden, als die Bewohner der Erde.

Die Schiefe der Ecliptik auf der Venus ist kleiner als auf der Erde, die Jahreszeiten auf der Venus demnach weniger verschieden für einen Punkt ihrer Oberfläche, als auf der Erde. Auf der Nachtseite der Venus beobachtete man von Zeit zu Zeit eine eigenthümliche Beleuchtung, hell genug, um sie auch bei Tag selbst durch gewöhnliche Fernrohre gewahren zu können, so daß man die Venus sich zu einem vollen Kreis ergänzt sah, wie die Mondsichel unsrer Erde in einer klaren Nacht. Diese Erscheinung wurde beiläufig in einem Zeitraume von 47 zu 47 Erdjahren bemerkt, und läßt auf eigenthümliche Lichtentwicklung in den höheren Schichten der Venusatmosphäre schließen.

§. 42.

Erde.

Nun folgt in der Reihe der Planeten, von der Sonne aus gerechnet, unsere Erde. Daß sie unter die Zahl der Planeten gehöre, geht aus dem bisher Gesagten deutlich hervor. Ihre zwei Bewegungen sind oben schon erwähnt worden. Um hier nicht zu weitläufig zu werden, sollen unten erst die Eigenschaften und Verhältnisse, welche ihr als einem kosmischen Körper zukommen, beschrieben und entwickelt werden.

§. 43.

Mars.

Mars erscheint uns als ein Stern von sehr veränderlicher Helligkeit; in seiner Erdnähe groß und strahlend, in seiner größeren Entfernung klein und unscheinbar; immer macht er sich aber durch die ihm eigenthümliche röthliche Färbung kennbar. Vermittelst guter Fernrohre bemerkt man an diesem Planeten Lichtphasen, ähnlich der unsres Mondes einige Tage vor oder nach dem vollen Lichte, so wie auch dunkle Flecken, die sehr groß, aber nicht allemal scharf begrenzt sind. Um seinen Süd- und Nordpol bemerkt man zuweilen kleine hellglänzende Bedeckungen. Er dreht sich in 24 Stunden, 39 Minuten und 21 Sekunden um seine Axe, und lauft in 1 Jahre und 321 Tagen 23 ½ Stunden um die Sonne.

Zusatz. Der mittlere scheinbare Durchmesser des Planeten Mars beträgt nicht ganz 15 ½ Bog. Sekunden; seine kleinste Entfernung von der Erde ist 7 ½ und seine größte etwas über 55 Millionen geogr. Meilen, aus welchem Wechsel der Distanzen die Veränderlichkeit seiner scheinbaren Größe sehr erklärlich wird. Der mittlere Durchmesser der Marskugel beträgt 930 ½

geogr. Meilen und der Umfang seines Aequators 2927 Meilen, so daß ein Grad des letzteren nur etwas über 8 $^1/_{10}$ Meilen mißt. In die Nähe unseres Erdenmondes versetzt, würde uns dieser Hauptplanet nicht ganz doppelt so groß im Durchmesser erscheinen, als unser Trabant. Nach Bessel verhält sich die Masse des Mars zur Masse der Sonne wie 1 : 2,680,337, so daß also letztere über dritthalb Millionen mal größer ist, als erstere. Wegen der geringeren Masse des Planeten Mars ist die Atmosphäre, welche ihn umgibt, weniger dicht, als an der Erdoberfläche, und kommt bezüglich ihrer Dichtigkeit jenen Luftschichten gleich, welche der Mensch an der Erdoberfläche bei Besteigung unsrer höchsten Gebirgsgegenden eben noch athmen kann. Die Leuchtkraft der Sonne ist für Mars beinahe 2 $^1/_2$ mal geringer, als für unsre Erde; daher dort, auch wenn die Marsatmosphäre der unsrigen an Dichtigkeit gleich käme, unter gleichen Breitegraden die Temperatur 2 $^1/_2$ mal tiefer stehen würde, als an der Erdoberfläche; die größere Verdünntheit der Marsatmosphäre muß aber dieselbe noch mehr erniedrigen, so daß für die Bewohntheit des Mars sich unerfreuliche Aspekten zeigen würden, wenn nicht eigne Verhältnisse bei diesem Planeten obwalteten, welche den widrigen Einflüssen dieses Mangels an freier Wärme entgegenwirken dürften. Die Oberfläche des Mars zeigt nämlich, durch große Fernrohre betrachtet, Erscheinungen, welche eine starke Wolkenbedeckung dieses kosmischen Körpers außer Zweifel setzen. Diese Wolkendecke scheint zwei Schichten zu haben; die tiefere ähnelt unsern Erdwolken, die höhere aber scheint eine Art von eignem cometarischen Lichte zu entwickeln. Ihr gehört jene oft in's Purpurrothe übergehende Färbung an, welche diesen Planeten auszeichnet, und dieß erinnert an ein ähnliches Farbenspiel unsrer irdischen Nordlichter. Diese Wolkenschichte mag allerdings nicht ohne Einfluß auf Temperatur-Erhöhung an der Oberfläche des Mars sein, sowie die untere Wolkendecke einen Schutz gegen Wärme-Ausstrahlung gewährt. Daß demnach die Kälte eine große Rolle auf dem Mars spielt, beweisen seine bekannten Polarflecke, die nur durch weitgreifende, von Wolkenschichten an ihren Grenzen bald mehr bald minder entblöste Schnee- und Eisbedeckungen an den Polen erklärlich sind, und auch von allen beobachtenden Astronomen als solche angesprochen werden. Von den Marslandschaften können wir nur durch den sich verdünnenden Wolkenschleier in vermischten Umrissen Einiges gewahren und aus diesen vergönnten Beobachtungen schließen, daß größere Meere auf diesem Planeten existiren. Die Bewohnbarkeit können wir dem Mars keineswegs absprechen, und wahrscheinlich ist er auch wirklich bewohnt, doch kann er, wenn wir seine Verhältnisse in Erwägung ziehen, für uns Erdbewohner, obgleich wir, ohne Schaden zu nehmen, eine Zeit lang in seinen milderen Zonen würden existiren können, keineswegs ein Gegenstand der Sehnsucht sein.

§. 44.

Vesta, Juno, Ceres, Pallas.

Mehrere Astronomen, z. B. Kepler und Bode, haben zwischen Mars und Jupiter wegen des unverhältnißmäßig großen Zwischenraumes ihrer Bahnen

noch einen Planeten vermuthet, der wegen seiner Kleinheit und Lichtschwäche den Nachforschungen der bisherigen Beobachter entgangen sein möchte. Diese Vermuthung wurde in unsrem Jahrhunderte bestätigt; aber nicht ein, sondern vier überaus kleine Weltkörper, Vesta, Juno, Ceres und Pallas (vergl. §. 37) wurden dort entdeckt. Herschel will sie nicht als Planeten anerkennen, sondern macht aus ihnen eine eigene Gattung von Weltkörpern, die er Asteroiden nennt. Allein sie bewegen sich, wie die übrigen Planeten, von Westen gegen Osten um die Sonne und gehören daher mit Recht unter dieselben. Ihre mittlere Entfernung von der Sonne ist beinahe gleichgroß, und ihre Bahnen sind auf eine merkwürdige und sonderbare Weise in einander geschlungen. Ihre Umlaufszeiten sind wenig von einander verschieden, indem sie bei der Ceres und Pallas etwa 4 Jahre und 7 Monate, bei der Juno 4 Jahre und 4 Monate, bei der Vesta aber nur etwa 3 Jahre und 7 Monate betragen.

Sinnreich ist der Gedanke des *Dr.* Olbers, der gleich nach der Entdeckung der Pallas die zwei neuen Planeten Ceres und Pallas für Bruchstücke eines ehemaligen größeren, entweder durch seine eignen in ihm wirkenden Naturkräfte, oder durch den Anstoß eines Cometen zerstörten Planeten erklärte. Er gründete hierauf die Vermuthung, daß mehrere solcher Stücke am Himmel noch gefunden werden würden, welche sich auch wirklich durch die Entdeckung der Juno, Pallas und der übrigen bis jetzt aufgefundenen bestätigte.

Zusatz. Die genannten Himmelskörper sind so klein, daß sie nur durch Fernrohre gefunden werden können, daher ihre wahren Durchmesser nicht mit Sicherheit ausgemittelt sind. Nach Herschel's ersten Messungen hat die Pallas einen Durchmesser von 35, Ceres von 28, Juno von 27 und Vesta von 11 geogr. Meilen, und alle 4 zusammengeballt, würden eine Kugel geben, die nicht mehr als 44 geogr. Meilen im Durchmesser hätte. Schröter gibt ihnen größere Durchmesser, aber da diese kleinen Weltkörper in sehr lebhaftem Lichte strahlen, daher den Beobachter, wenn sein Instrument nicht ungemein vollkommen ist, leicht durch ein falsches Strahlenlicht täuschen können, so sind wohl die kleinsten Messungsresultate die sichersten. Es ist begreiflich, daß auch die riesenhaftesten Fernrohre wenig Aufschluß über die Beschaffenheit der Oberfläche so winziger Weltkörper geben können. Vesta leuchtet mit äußerst hellem fixsternartig zitterndem Lichte, das bisweilen ins Röthliche zu spielen scheint. Letztere Thatsache würde eine Art von Atmosphäre dieses kleinen Planeten muthmassen lassen; diese könnte aber nicht dichter sein, als die 10 Meilen ober der Erdoberfläche. Ihr lebhaftes Licht dürfte Vesta vielleicht ihrem ewigen Winter und ihrer unvergänglichen Eisumhüllung verdanken. Auf der Juno zeigten sich ebensfalls Spuren einer Atmosphäre durch beobachteten Wechsel ihres Lichtes; auch findet man sie in einen cometarischen Nebel eingehüllt, der mindestens eine Höhe über der Oberfläche dieses Planeten hat, die dem Durchmesser des letzteren gleichkommt, so daß also Juno wirklich als eine Art kleinen Cometens aufgeführt werden

könnte. Es wäre möglich, aber auch nur möglich, daß die Lichthülle der Juno ihr Wärme genug zuführte, um sie bewohnbar zu machen; von Wahrscheinlichkeit kann kaum die Rede sein. Ceres ist gleichfalls in einen cometenartigen Lichtnebel von veränderlicher Ausdehnung und Farbe eingehüllt; das nämliche gilt von Pallas; der sie umgebende leuchtende Nebel zieht sich bisweilen so zusammen, daß er ganz zu fehlen scheint. Seine Farbe wechselt zwischen weiß und röthlich.

Die Bemühung mancher Astronomen, für alle Himmelskörper Bewohnbarkeit und Bewohntheit durch thier= und menschenähnliche Organismen aufzustellen, harmonirt nicht mit den einfachsten Wahrnehmungen, die wir bei aufmerksamerer Betrachtung des Naturhaushaltes machen. Es wäre anmaßend, der Natur vorschreiben zu wollen, alle Himmelskörper müßten mit Thieren oder gar mit Menschen bevölkert sein, außerdem sie ihren Zweck nicht erfüllen würden; wir sind zu kurzsichtig, die Fäden bis an ihre Anknüpfungspunkte zu verfolgen, aus denen das endlose Universum gewebt ist. Die Natur geizt nicht mit Raum zum Wohnen, wie der Vermiether eines Hauses. Unsere Erde ist ein Hauptplanet von ansehnlicher Größe, und doch muß nach den gründlichsten Forschungen der Neuzeit zugestanden werden, daß sie eine lange Reihe von Jahren, ihrer hohen Temperatur wegen, kein lebendes Wesen an ihrer Oberfläche tragen konnte, obgleich sie bereits in geordneten Verhältnissen, sich schwingend um die nämliche Axe, wie heute, als sonnebeleuchteter Planet um unsern Centralkörper zog. Gesetzt nun, der Mars wäre in jener Vorzeit bereits bewohnt gewesen, was nicht einmal unwahrscheinlich ist, weil er weniger Masse hat als die Erde, daher früher an seiner Oberfläche abkühlen konnte, in jener Vorzeit, wo die Erde für die Marsbürger bereits als Morgen= und Abendstern strahlte, würden sie nicht, aufblickend nach ihr, behauptet haben, dieser herrliche Himmelskörper sei bewohnt, nnd doch würden sich die Marsbewohner in ihrer Muthmaßung sehr getäuscht haben. Die Himmelskörper laufen, wie jedes endliche Wesen in der Natur, durch die verschiedenen Perioden ihres Daseins, und nicht in jeder dieser Perioden erheben sie sich zur höchsten Stufe ihrer Existenz, zur Bewohntheit durch fühlende und denkende Wesen. Diese Betrachtungen in Anwendung zu bringen, dürfte sich bald Gelegenheit darbieten.

§. 45.

Jupiter.

Jupiter zeigt sich als ein schöner mit gelblichem Lichte schimmernder Stern. Von Lichtphasen ist fast nichts an ihm zu bemerken, weil er in Ansehung der Erde zu weit von der Sonne steht, als daß er gegen uns einen merklichen Theil seiner dunkeln Halbkugel wenden könnte; denn er ist von der Sonne etwas über 108 Millionen Meilen und in der größten Erdnähe 83 Millionen geogr. Meilen von uns entfernt. Er ist, wie Mars, zuweilen die ganze Nacht am Himmel zu sehen, und hat, wenn er um die Mitternachtsstunde durch den Meridian geht, sein stärkstes Licht. Man bemerkt an ihm dunkle, so wie auch helle, zonenartige

Streifen, die sich beständig, jedoch mit einigen Veränderungen zeigen, und parallel unter sich von Osten nach Westen sich um seine Kugel ziehen. Aus der Beobachtung derselben und jener einiger dunklen Flecken ging hervor, daß sich dieser Planet in der für seine Größe außerordentlich kurzen Zeit von 9 Stunden und 55 — 56 Min. um seine Axe drehe. Aus der Beobachtung der Streifen läßt sich ferner folgern, daß er eine dichte Atmosphäre habe. Er lauft in 11 Jahren und 318½ Tagen um die Sonne und ist dem Rauminhalte nach 1474 mal größer als die Erde.

Zusatz. Wegen der raschen Axendrehung ist die Abplattung Jupiters an seinen Polen so bedeutend, daß man sie schon bei 40 maliger telescopischer Vergrößerung unmittelbar ohne Messung wahrnehmen kann. Sein Aequator-Durchmesser beträgt nämlich 19,973, sein Axendurchmesser dagegen nur 18,546 g. Meilen, so daß ersterer den letztern um 1426 g. M., mithin fast um den Durchmesser unsres Erdballs übertrifft, und daß sich beide Durchmesser nahebei verhalten, wie die Zahlen 13 und 14. Der mittlere Durchmesser der sichtbaren Jupiterskugel berechnet sich demnach auf 19,246 g. M., übertrifft demnach 11 mal den Erddurchmesser. Es muß aber hier schon bemerkt werden, daß dieser Durchmesser nach den zuverlässigsten Beobachtungen keineswegs eine unveränderliche Größe habe. Siehe unten.

Ein Grad des Aequators jenes Planeten mißt etwas über 174 g. M. und der Rauminhalt desselben grenzt an 4 Billionen Cubikmeilen. Eine Billion drückt aber eine so ungeheure Vielheit aus, daß ein Papierstreifen, auf welchem eine Billion der feinsten Schraffirstriche, wie man sie mittelst der Rabenfeder ziehen kann, Platz, gedrängt neben einander finden sollten, von der Erde bis über den Mond hinaus reichen würde, der doch über 50000 Meilen von uns entfernt ist.

Aber aus den Schwerewirkungen, die der in Rede stehende Planet auf seine Trabanten und benachbarte Planeten äußert, ergibt sich, daß seine Masse nur 334 mal größer als die unsrer Erde, und 4070 mal kleiner, als die der Sonne ist. Nach der sehr natürlichen Annahme, daß die Jupiterskugel aus denselben Stoffen bestehe, wie die Erde, daß also die verhältnißmäßige Dichtigkeit jener und dieser nahe zusammenstimmen, berechnet sich der Durchmesser des eigentlichen planetarischen sphärischen Kernes des Planeten Jupiter auf 11,900 g. M., also nicht ganz siebenmal größer, als der Durchmesser der Erde. Mithin befindet sich die uns sichtbare Oberfläche Jupiters 3,673 g. M. oberhalb der Oberfläche seines festen Kernes, und es tritt uns hier ein Verhältniß auf, welches wir bereits bei Betrachtung des Sonnenkörpers fanden, und das sich, von Mars in leisen Spuren beginnend, bei den entfernteren Planeten immer auffallender herausstellt, nämlich eine hohe in ihren obersten Schichten mehr oder minder eignes Licht entwickelnde Hülle elastischer Flüssigkeit, theils atmosphärischer, theils cometarischer Natur, welche einen festen planetarischen Kern umgibt.

Der scheinbare Durchmesser der Sonne ist, vom Jupiter aus gesehen, etwas über 5 mal kleiner, als er uns Erdebewohnern erscheint; ihre Leucht- und Wärmekraft wirkt also auf dem Jupiter 27 mal schwächer, als auf der Erde. Obwohl nun, wenn Jupiter und unser Erdemond zugleich im Gesichtsfelde eines Fernrohres erscheinen, der Mond sich in weit hellerem Glanze

darstellt, als die Jupitersscheibe, so zeigt sich doch offenbar die Helligkeit der letzteren nicht 27mal kleiner, als die des Mondes. Hieraus geht hervor, daß Jupiter, obschon von der Sonne beleuchtet, derselben doch nicht alles Licht verdankt, in welchem wir ihn in heitern Nächten strahlen sehen, sondern daß er, wenn auch in minderem Grade als die Sonne von einer Photosphäre umhüllt ist, welche Ansicht bei näherer Betrachtung seiner uns sichtbaren Oberfläche sich bestätigt.

Die hellen und dunklen Streifen, welche man durch Fernrohre an der Oberfläche des Jupiters wahrnimmt, bleiben immer parallel mit seinem Aequator, und behalten diese parallele Lage auch während ihrer Vorrückungen mehr nach Norden oder Süden hin bei. Aber es tritt bezüglich der Erscheinungsweise der hellen und dunklen Streifen ein sehr merkwürdiger Unterschied auf. Während nämlich die weißen Streifen mit dem Auge bis an Jupiters Ost- und Westrand verfolgt werden können, endigen die dunklen, schon ehe sie einen der genannten Ränder erreicht haben, in einen helleren Nebel. Diese Erscheinung läßt sich nur durch die Annahme erklären, daß die dunkleren Streifen tiefer liegen als jene Schichte der meteorischen Jupiters-Umhüllung, welcher die weißen Streifen angehören, so daß die dunkleren Streifen von uns nur durch die halbdurchsichtige selbstleuchtende äußerste Hülle Jupiters wahrgenommen werden können, daher schon in der Nähe des Ost- und Westrandes des Planeten scheinbar verschwinden müssen, weil die nach den Rändern Jupiters gezogenen Sehlinien eine weit längere Strecke der obersten Photosphäre durchlaufen müssen, als die nach den mittleren Gegenden jenes Planeten gezogenen, daher nothwendig diese Photosphäre an den Rändern dichter erscheinen muß und uns deßhalb den Anblick der äußersten Ost- und West-Enden der dunklen Streifen entzieht.

Innerhalb der grauen Aequatorialstreifen wurden kleine runde dunkle Flecken beobachtet, welchen eine eigenthümliche Bewegung von ungemein großer Geschwindigkeit, die auf 14000—15000 Schuh in der Sekunde stieg, zukam. Auf welche Stürme in den obern Schichten der meteorischen Hülle jenes Planeten läßt diese Beobachtung schließen, da an der Erdoberfläche ein Orkan von 120 Schuh Schnelligkeit schon im Stande ist, die stärksten Bäume am Schafte abzubrechen? Nebst diesen schwarzen Flecken, die keineswegs mit den Schatten zu verwechseln sind, welche die Satelliten Jupiters auf seine Oberfläche werfen, wenn sie zwischen letzterem und der Sonne vorüberziehen, hat man auch hellere Flecken beobachtet, deren eigene Bewegung jedoch nur sehr mäßig ist. So wie Jupiter mit der Sonne viele Aehnlichkeit hat, so erinnern die erwähnten dunklen rundlichen Flecken an die Sonnenflecken und die helleren an die sogenannten Sonnenfackeln, von denen weiter oben die Rede war.

Daß wir nicht den Kern Jupiters, sondern nur seine meteorische Hülle sehen, geht am unläugbarsten aus der Veränderlichkeit seines scheinbaren Durchmessers hervor, welche einen Spielraum von mehr als 2 Sekunden zeigt, abgesehen von den aus den wechselnden Entfernungen Jupiters von unserer Erde folgenden Veränderungen seines scheinbaren Durchmessers.

Die Bewohnbarkeit oder Bewohntheit Jupiters betreffend wird sich weder ein behauptendes noch ein absprechendes Urtheil fällen lassen. Gewiß ist, daß die Verhältnisse, welche Jupiter an seiner Oberfläche für Organismen darbietet, sehr verschieden sind von dem entsprechenden Verhältnisse

auf unserer Erde. — Die Luftdichtigkeit ist dort, so wie die Schwerewirkung nahe an 7mal größer, als bei uns. Würden wir es auch in so verdichteter Luft eine Zeit lang aushalten können, so müßte uns Aufrechtstehen oder Gehen an der Jupitersfläche kaum möglich werden; nur ein Mann von der Erde, der stark genug wäre, sechs andere Männer zugleich zu tragen, könnte dort einen Gehversuch machen, indem die Erleichterung dortiger Lasten wegen der Dichtigkeit der Atmosphäre nicht von Belang ist. Auf den Anblick des Sternenhimmels, besonders der so nahen Trabanten müssen die Jupitersbewohner, wenn welche existiren, jedenfalls wegen der tiefen meteorischen Decke verzichten, in welche ihr Planet eingehüllt ist, und die ihnen selbst den Ort der Sonne an ihrem ewig umwölkten Himmel nur durch größere Helligkeit dieser Umschleierung erkennen lassen kann, wonach sie beiläufig ihre Zeit bestimmen könnten. Wenn die untere Wolkenschichte zerreißt, wird die obere Lichthülle Licht herabsenden in die Tiefe der Kernoberfläche, gepaart mit dem Sonnenlichte; auf der andern Seite ist es aber nicht unwahrscheinlich, daß öfters weite Strecken jener Kernoberfläche, wenn die gigantischen Wolken sich verdichten, in Nacht gehüllt werden, tiefer als das Dunkel, welches in unseren Tropen-Ländern bisweilen bei heftigeren Gewittern Gegenden der Erdoberfläche beschattet. Wärme wird den etwaigen Jupitersbewohnern ihr eigener Planet in Hülle und Fülle zuführen; weil er wegen seiner Größe und wegen der Dichtigkeit seiner Atmosphäre an seiner Oberfläche bei weitem nicht in dem Grade erkaltet sein kann, als die Erde, und wie auf dieser in vorgeschichtlicher Zeit überall gleiche Temperatur herrschte, so mag dieses Verhältniß jetzt noch auf dem Jupiter Platz greifen, dessen Daseins-Periode wohl nicht eine jüngere, aber zweifelsohne eine jugendlichere sein wird als die unsrer Erde. Sollte Jupiter noch keine denkenden zum Firmamente blickenden Wesen, ja selbst noch nicht einmal die Uranfänge einer Pflanzenwelt an seiner gährenden vom Kampf der entfesselten Elemente durchfurchten Oberfläche tragen, so wolle man bedenken, daß nicht alle Blüthen eines Lenzes an dem nämlichen Tage sich entfalten. Die intelligente Weltursache d. i. Gott schöpft aus der Urne der Ewigkeit und der räumlichen Unbegrenztheit; Millionen von Erdejahren sind ihm ein untheilbarer Augenblick, sowie ihm zahllose Siriusweiten ein Punkt sind. Auch für Jupiter wird seine Zeit kommen, welche denkende Wesen an seine Oberfläche führt, sowie sie bereits vor Jahrtausenden für unsre Erde kam.

Die Trabanten Jupiters.

Jupiter ist Centralpunkt der Bewegung von 4 Monden, die in beinahe kreisförmigen Bahnen sich um ihn schwingen.

Der erste ist vom Mittelpunkte Jupiters 54,399 Meilen entfernt und vollendet einen (siderischen) Umlauf um seinen Centralkörper schon in 1 Tage, 18 Stunden, 28′ 1″. Sein Durchmesser ist = 530 Meilen.

Der zweite ist 86,551 Meilen vom Jupiter entfernt, hat einen Durchmesser von 474 Meilen und legt seine Bahn in 3 Tagen, 13 Stunden, 13′ und 30″ zurück.

Der dritte lauft in einer Entfernung von 138,056 Meilen, vom Mittelpunkte des Hauptplaneten gerechnet, um den Jupiter, braucht zu einem Umlaufe 7 Tage, 3 Stunden, 42′ 34″ und hat einen Durchmesser von 776 Meilen.

Der vierte, 242,817 Meilen von Jupiter entfernt, braucht zu einem Umlaufe 16 Tage, 16 Stunden, 3′ und 1″. Sein Durchmesser ist 663 geogr. Meilen.

Sämtliche vier Trabanten zeigen uns nicht ihre wahren Durchmesser, sondern nur die ihrer atmosphärischen Umhüllungen, deren Höhe durch ähnliche Rechnungen, wie bei der Sonne und den obern Planeten, sich näherungsweise ermitteln läßt, und für den ersten Mond 96, für den zweiten 52, für den dritten nahe an 100, und für den vierten 105 geogr. Meilen beträgt. Diese hohen meteorischen Umhüllungen lassen die Jupiterstrabanten nicht als vollkommen scharf umränderte Scheibchen erkennen, und eben deßhalb erscheinen ihre Schatten auf der Jupitersfläche größer, als sie selbst. Das Licht des dritten und vierten Trabanten spielt bisweilen Farben, und die meisten Astronomen sind der Ansicht, daß die oberste Schichte ihrer Umhüllung kometarischer selbstleuchtender Natur ist; doch scheint es, daß bisweilen, wo die Hülle zerreißt, ein Blick auf ihren Kern hinab gestattet ist. Trotz der großen Verdünntheit ihrer Atmosphäre ist gegen die Vermuthung, daß sie bewohnt sein dürften, nichts Erhebliches einzuwenden. Für ihre Bewohner muß, wenn die atmosphärische Umhüllung sich zertheilt, ihr Centralkörper Jupiter in seinen Phasen einen großartigen Anblick gewähren. Vom ersten Trabanten aus gesehen, erscheint Jupiter unter einem Sehwinkel von 20° 48′, mithin was die Fläche anbetrifft, über anderthalb tausendmal größer als für uns der Vollmond, und beleuchtet, auch wenn man die größere Entfernung der Sonne in Rechnung zieht, und Jupiters eignes Licht nicht beachtet, die Nacht des ersten Trabanten immer noch 64mal heller, als der Vollmond die unsrige.

Von den durch den Umlauf der Trabanten verursachten Finsternissen weiter unten.

§. 46.

Saturn.

Saturn hat kein lebhaftes, sondern ein ruhiges, blasses (bleichröthliches) Licht. Weil sich früher auf des Saturns Oberfläche wegen seiner großen Entfernung von uns keine einzelnen Flecken durch die ehemaligen Fernrohre unterscheiden ließen, so blieb die Umdrehungszeit seiner Kugel um ihre Axe unbekannt, bis endlich Herschel im J. 1789 durch seine vortrefflichen Telescope einzelne dunkle Flecken unterschied, und darnach die Umdrehungszeit dieses Planetrn auf 10 Stunden 16 Minuten (Schröter auf 11 Stunden 51 Minuten) bestimmte. Saturn vollendet seinen Umlauf um die Sonne in 29 Jahren und 167 Tagen. Aeußerst merkwürdig ist ein ziemlich breiter äußerst dünner Ring, der in einem gewißen Abstande concentrisch frei, um die Planetenkugel schwebt, dessen innere Kante also überall gleichweit von der Oberfläche des Saturns entfernt ist und eine beständige parallele Richtung nach einer und derselben Gegend des Himmels behält. Dieser Ring ist ein an sich fester und undurchsichtiger Körper, er wird daher wie Saturn selbst nur auf der einen Seite von der Sonne beleuchtet,

während die andere sich im Schatten befindet. Herschel nimmt noch einen zweiten concentrischen Ring an, und gibt die Umdrehungszeit zu 10 Stunden 32 Minuten und 15 Sekunden an.

Zusatz. Saturn ist nur wenig kleiner, als Jupiter; er ist an den Polen noch mehr abgeplattet, als letzterer; indem sich sein Axendurchmesser zu dem Durchmesser seines Aequators verhält, wie 103 zu 114. Ersterer beträgt 13488 und letzterer 14908 geogr. Meilen, welche Größen aber, da wir nicht den Kern des Planeten, sondern nur seine meteorische Umhüllung sehen, wie beim Jupiter, sehr veränderlich sind. Der mittlere Durchmesser der Saturnuskugel berechnet sich also, abgesehen von erwähnter Veränderlichkeit, auf 14198 geogr. Meilen. Seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 197119050, also nahe an 200 Millionen geogr. Meilen, so daß er also 9 $^1/_2$ mal weiter vom Centralkörper unsres Planetensystems entfernt ist, als unsere Erde. Ein Grad des Aequators auf der sichtbaren Oberfläche des Saturns mißt 130 Meilen, und sein Cubikinhalt beträgt über anderthalb Billionen Cubikmeilen.

Die körperliche Masse Saturns einschlüssig seines Ringes ist nahe an 102 mal größer als die der Erde und verhält sich zur Masse der Sonne wie 1 : 3512. Nimmt man demnach, was das Nächstliegende ist, die Dichtigkeit des Saturnus gleich der unsrer Erde an, so ergibt die Rechnung, daß seine uns sichtbare Oberfläche nicht weniger als 3151 geogr. Meilen hoch über der Oberfläche seines eigentlichen festen planetarischen Kernes liegt, welcher letztere demnach einen Durchmesser von nur 7896 geogr. M. hat. Auf dem Saturn erscheint die Sonne von 9 $^1/_2$ mal geringerem Durchmesser, als von unsrer Erde aus; dieselbe beleuchtet und erwärmt seine Oberfläche 91 mal schwächer als die Oberfläche der Erde. Nimmt man unter dem Erdaequator die mittlere Temperatur zu 24 ° *R.* an, so wäre sie bei gleichen sonstigen Verhältnissen unter dem Aequator des Saturns beinahe 4 ° *R.* unter dem Frostpunkte. So auffallend nun auch der Glanz des Saturns von dem unseres Erdenmondes absteht, so kann doch der Grad der Helligkeit, in welcher Saturn am Nachthimmel strahlt, durchaus nicht lediglich durch seine Sonnbeleuchtung erklärt werden, sondern deutet darauf hin, daß die höheren Schichten der meteorischen Umhüllung Saturns eignes Licht entwickeln; diese Annahme wird zur Gewißheit durch die Beobachtung, daß der Schatten des Ringes auf der Saturnuskugel nicht die tiefschwarze Färbung hat, wie der Schatten der Mondgebirge, sondern sich in's Bräunliche spielend dem Auge darstellt. Wäre auf diesem Planeten nicht eigene Licht- und Wärme-Entwicklung gegeben, so würden seine Bewohner, falls er welche hat, schlimm genug daran sein, um so mehr, als der Ring des Saturns eine ganz eigenthümliche Rolle spielt. Daß eine Jahreszeit auf dem Saturn den vierten Theil seiner Umlaufszeit, sowie eine Jahreszeit auf der Erde ein Vierteljahr wird dauern müssen, ist klar. Nun fällt aber aus einleuchtenden Gründen der Schatten des Ringes immer auf die Halbkugel hin, die ohnehin Winter hat, und es erzeugt sich dadurch eine Art doppelten Winters, der gewöhnliche und der Schattenwinter, und zwar letzterer durch den Ring, so daß die Dauer dieses doppelten Winters nahe bis auf 15 Jahre steigt, so aber auch der Sommer in der entgegengesetzten

Halbkugel. Die Frage, ob der Kern des Saturnus bewohnt sei, oder nicht, kann kaum anders beantwortet werden, als die weiter oben bezüglich der Bewohnbarkeit und Bewohntheit des Jupiters gestellte, weßhalb hier auf jenen §. verwiesen wird.

Der Ring des Saturns.

Sein äußerer Durchmesser beträgt 32913, sein innerer 25459, seine Breite 3727, und seine Dicke nur 37 ¼ geogr. Meilen. Außerhalb dieses eigentlichen festen Ringes befindet sich in der nämlichen Ebene mit ihm ein weit schmalerer, der durch einen Zwischenraum, wenigstens durch einen dunklen Streifen vom innern Ringe getrennt und wahrscheinlich meteorischer Natur ist. Auch haben Herschel und andere Astronomen bisweilen noch mehrere Parallelstreifen auf der innern Ringfläche beobachtet, welche den Aequatorialstreifen des Jupiters und des Saturns zu ähneln scheinen und Wolkenbildungen in der Atmosphäre des Rings sein werden, deren Dasein vielfältige Beobachtungen lehren. Der Raum zwischen dem Ring und Saturn zeigt sich immer tief schwarz und nie hat man einen Firstern durch diesen Zwischenraum schimmern sehen, obgleich dazu Gelegenheit war. Letzterer scheint daher durch die zusammenfließenden Atmosphären Saturns und des Ringes erfüllt zu sein, die zu dicht sind, als daß sie dem Lichte kleiner Firsterne Durchgang erlauben. Der Ring schwingt sich innerhalb 10 Stunden und 29′ einmal um seine Axe. Die Fläche des innern Rings beträgt 687 Mill. Quadratmeilen. Ist diese ungeheure Fläche bewohnt? Wir müssen allen Beobachtungen zufolge, die über die Natur dieses Ringes Aufschluß geben können, antworten: Sehr wahrscheinlich. Großartig muß für die Bewohner dieses Ringes der Anblick des Saturnus und seiner Monde sein.

Die Monde des Saturns.

Bis jetzt hat man durch die mächtigsten Fernrohre sieben um den Saturn kreisende Trabanten entdeckt. Herschel glaubte einmal innerhalb des siebenten noch einen achten zu sehen, wo auch wirklich ein solcher noch Platz hätte, verlor ihn aber wieder aus dem Auge, oder hatte sich getäuscht. Schon um den größten sechsten zu sehen, ist ein gutes Fernrohr vonnöthen; alle sieben gesehen zu haben, werden sich außer Herschel nur sehr wenige Astronomen rühmen können. Um außer dem sechsten auch den fünften und siebenten zu sehen, wird schon mindestens ein 3 ½—4 füßiges achromatisches Fernrohr von nahe an drei Zoll (par. Maß) Oeffnung erfordert. Den dritten und vierten entdeckte Cassini mit einem gemeinen Fernrohre von 136 Schuh Länge. Den ersten und zweiten entdeckte Herschel *I.* durch sein 40 füßiges Spiegel-Telescop im Jahre 1789. — Ueber die wahre Größe dieser Begleiter des Saturns läßt sich wenig mit Bestimmtheit sagen. Den innersten zeigte selbst Herschel's 40 füßiger Reflektor als untheilbares Lichtpünktchen; der dritte, vierte und fünfte erreichen kaum unsern Mond an Größe, der sechste aber scheint größer als Mars und der siebente größer als Merkur zu sein. So weit Beobachtungen in solche Ferne tragen können, sind die Saturns-Monde, wie die des Jupiters, in hohe meteorische Sphären gehüllt. Der erste dieser Monde vollendet seinen Umlauf um den Saturn in 22 Stunden, 37′ und 30″ in einer mittleren Entfernung von 27250

geogr. Meilen. Er braucht also nicht einmal einen ganzen Erdetag, um seine Bahn zu durchlaufen.

Die Umlaufszeit des zweiten Mondes beträgt 1 Tag, 8 Stunden, 53′, 9″ und seine Entfernung vom Mittelpunkte des Saturns 33995 geogr. Meilen.

Der dritte schwingt sich bei einer Entfernung von 42088 geogr. Meilen vom Hauptplaneten in 1 Tag, 21 Stunden, 18′ und 26″ einmal um letzteren.

Die Umlaufszeit des vierten hat eine Dauer von 2 Tagen, 17 Stunden, 44′ und 51″ und seine Entfernung vom Saturn beträgt 53915 geogr. Meilen.

Der fünfte Mond lauft in 4 Tagen, 12 Stunden, 25′ und 11″ um den Hauptplaneten und ist 75299 geogr. Meilen von demselben entfernt.

Die Umlaufszeit des sechsten dauert 15 Tage, 22 Stunden, 41′ und 14″ und seine Entfernung vom Saturn 154572 geogr. Meilen.

Der siebente lauft in 79 Tagen, 12 Stunden, 42′, 37″ in einer Entfernung von 208851 geogr. Meilen um den Saturn.

Die von Bode zuerst aufgeführte harmonische Reihe der Entfernungen der Planeten von ihrem Centralkörper findet beim Mondensystem Saturns nicht Bestätigung, und es ist wahrscheinlich, daß die Anzahl der Trabanten Saturns größer ist, als die der bis jetzt entdeckten.

§. 47.

Uranus.

Uranus erscheint als ein Stern sechster Größe von ziemlich lebhaftem Lichte. Wenn man seinen Ort weiß, so kann man ihn mit blosen Augen am Himmel finden. Wegen seiner außerordentlich großen Entfernung von uns hat man bis jetzt auch mit den besten Telescopen keine Spur von Flecken auf seiner Oberfläche entdecken können, folglich konnte seine Umdrehungszeit durch Beobachtungen nicht bestimmt werden. Er legt seine Bahn um die Sonne in 84 Jahren und 54 Tagen zurück.

Zusatz. Die Bahnebene des Uranus ist so wenig gegen die Bahnebene unsrer Erde geneigt, daß er immer längs der Ecliptik in deren unmittelbarer Nähe zu finden ist. Herschel *I.* erkannte ihn zuerst als Planeten mittelst eines siebenfüßigen Spiegeltelescopes zu Bath in England am 13. Marz 1781. Aber schon in den Jahren 1690 und 1756 war er von Flamsteed und Mayer in Greenwich und Göttingen als Fixstern beobachtet und eingezeichnet worden. Dieser letztere Umstand machte es thunlich, gleich nachdem ihn Herschel als Planeten erkannt hatte, seine Bahn zu berechnen. Seine Entfernung von der Sonne ist 19mal größer, als die unsrer Erde. Eine Abplattung dieses Planeten an den Polen ist früher nicht mit Zuverlässigkeit beobachtet worden, jetzt aber außer Zweifel gestellt; Gruithuisen findet durch Rechnung 10 Stunden 37′ 10″ als die wahrscheinliche

Rotationszeit des Uranus. In seiner Erdnähe erscheint er uns in einem Durchmesser von $4^3/_{10}$ und in seiner Erdferne in einem Durchmesser von $3^6/_{10}$ Bogen-Sekunden. Seine Entfernung von uns beträgt im Mittel nahe an 400 Millionen Meilen. Der mittlere Durchmesser des Uranus ist 7406 geogr. Meilen. — Nach Herschel dem Aelteren verhält sich seine Masse zur Masse der Sonne, wie 1 zu 20157. Setzt man nun die Dichtigkeit dieses Planeten gleich 1, nimmt man nämlich, was man mit aller Wahrscheinlichkeit thun kann, an, daß er aus ähnlichen Stoffen bestehe, wie unser Erdball, so ergibt sich durch Rechnung, daß er in eine hohe meteorische Decke gehüllt ist, und daß die Entfernung der uns sichtbaren Oberfläche von der Oberfläche des planetarischen Kernes 1464 geogr. Meilen beträgt, so daß also für letzteren ein Durchmesser von 4478 geogr. Meilen übrig bleibt. — Wenn Uranus bezüglich der Beleuchtung und Erwärmung nur von der Sonne abhängig wäre, so würde seine Oberfläche sich in unerfreulichen Verhältnissen befinden. Während nämlich uns Erdbewohnern die allbelebende Sonnenscheibe unter einem Winkel von etwa 32 Bogen-Minuten erscheint, glänzt sie am Firmamente des Uranus nur unter einem Sehwinkel von 1 Minute 40 Sekunden, nämlich sie erscheint dort unter einem etwas über 19mal kleineren Durchmesser als bei uns, führt ihm daher verhältnißmäßig 300mal weniger Licht und Wärme zu, als unsrer Erde unter gleicher Flächenannahme. Seine Oberfläche von den Polen bis zum Aequator würde, wenn es nur auf die Sonne ankäme, eine öde, leblose, eiserstarrte, in trübem Zwielicht dämmernde Wüste sein, für immer unfähig, Leben hervorzurufen und zu erhalten. Dem ist aber der Fall nicht; denn Uranus glänzt in einem Lichte, welches unter Berücksichtigung der scheinbaren Größe dem des Saturns wenig nachgibt. Dieser Planet leuchtet also mit großentheils eignem Lichte und ähnelt hiedurch, wie dieses im Charakter der obersten Planeten liegt, unsrer Sonne, sowie Jupiter und Saturn. — Sehr merkwürdiger Art sind die Jahreszeiten auf dem Uranus. Während nämlich die Aequatorsebenen der Planeten Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn nur kleine Winkel mit den Ebenen ihrer Bahnen bilden, weßhalb sich die Lage ihrer Rotationsaxen gegen ihre Bahnebenen der senkrechten mehr oder weniger nähert, fällt die Axe des Uranus beinahe ganz in die Ebene seiner Bahn; mit andern Worten: auf dem Uranus beträgt die Schiefe der Ecliptik nahebei 90°. Im Nordsommer des Uranus, der 21 Jahre lang dauert, steht also die Sonne beinahe scheitelrecht über dem Nordpol und im Südsommer über dem Südpol, so daß die etwaigen Bewohner dieser Uranuspole abwechselnd 42 Jahre lang ununterbrochenen Tag oder beständige Nacht haben. Während des Hochsommers eines Pols scheint den dortigen Tropenländern die Sonne rings am Horizont in letzterem, oder in seiner Nähe parallel mit ihm binnen ungefähr 10 Stunden einen Tageslauf zu vollenden. Die Bewohntheit der Oberfläche dieses Planeten kann zwar nicht behauptet, doch auch nicht aus hinreichenden Gründen in Abrede gestellt werden. Die Temperatur seiner Oberfläche dürfte wohl, wie ehemals auf der Erde, durch alle Zonen eine gleichförmige sein, unabhängig von dem jezeitigen Stande der Sonne, deren schwaches Licht nur mühsam sich durch die atmosphärische Hülle Bahn machen wird. Die Kernoberfläche dieses Planeten wird ihre Beleuchtung allermeist dem eignen Lichte der obersten meteorischen Schichte

verdanken, die Polbewohner werden sich also auch während ihres 42jährigen Winters nicht im Dunkeln befinden. Ja die Verhältnisse der Schwere und Atmosphären-Dichtigkeit am Kerne jenes Planeten sind so gestaltet, daß selbst ein Erdbewohner, falls ihm nur die dortige Temperatur zusagte, eine Zeit lang, auf den Uranus versetzt, würde existiren können.

Die Uranus-Monde.

Uranus ist der Centralpunkt eines Monden-Gefolges, von welchen Herschel *I.* mittelst seiner raumdurchdringenden Spiegeltelescope sechs entdeckt hat, obschon es in hohem Grade wahrscheinlich ist, daß ihre Anzahl größer sein werde. Starke Vergrößerungskraft, gepaart mit ungemeiner Lichtstärke, sind die Eigenschaften eines Telescops, welches so zarte Gegenstände am Firmamente wahrnehmen läßt, als die Uranus-Trabanten. Die Bahnebenen derselben liegen nicht, wie die Bahnebenen der Jupiters- und Saturns-Trabanten, nahe in der Bahnebene des Hauptplaneten, sondern schneiden letztern fast senkrecht, so daß ersichtlich ist, wie Uranus mit seinem Gefolge sich bereits in einen mindern Abhängigkeitsgrad von dem Sonnenballe gesetzt sieht, als die Planeten, welche letzterem näher sind.

Der erste der Uranus-Monde vollendet in 5 Tagen 21 Stunden 25′ 18″ in einer Entfernung von 48960 geogr. Meilen seinen Umlauf um den Hauptplaneten.

Der zweite, 63530 geogr. M. vom Mittelpunkte des Uranus entfernt, in 8 Tagen, 16 Stunden, 57′ und 58″.

Der dritte, 74040 geogr. M. entfernt, in 10 Tagen, 23 Stunden, 4′, 0″.

Der vierte, welcher 84919 geogr. M. vom Uranus entlegen ist, braucht zu einem Umlaufe 13 Tage, 10 Stunden, 56′, 26″.

Der fünfte lauft in 38 Tagen, 1 Stunde, 48′ 0″ um seinen Hauptplaneten, und seine Entfernung von letzterem beträgt 169894 geogr. Meilen.

Der sechste endlich, in einer Distanz von 339680 geogr. Meilen vom Centralkörper, verwendet zu einem Umlaufe 107 Tage, 16 Stunden, 29′, 52″.

Ueber die wahren Durchmesser dieser Monde läßt sich wegen ihrer Kleinheit und ungeheuern Entfernung von der Erde kein entscheidendes Urtheil fällen; soviel steht außer Zweifel, daß sie nicht sichtbar für uns sein könnten, wenn ihnen nicht außer dem von der Sonne erborgten noch ein eignes Licht zukäme.

§. 48.

Der Planet Neptunus.

Ehe Herschel den Sternenhimmel mit seinen ausgezeichneten Telescopen beobachtete, wurde Saturn, und vor dem Jahre 1846 Uranus als der äußerste oder oberste Planet unsres Sonnensystemes aufgeführt. Die Frage: Kreisen noch jenseits des Uranus in dem ungeheuern Raume, der sich zwischen ihm und dem nächsten Fixsterne ausdehnt, Planeten um die Sonne, oder ist diese Leere

unbevölkert, nur gelegentlich einmal von einem irrenden Cometen besucht? Die meisten Naturforscher hielten es nicht für wahrscheinlich, daß Uranus der äußerste Satellit der Sonne sei; nur Einige, die Sonnennatur der obern Planeten nicht beachtend, wollten das Planetensystem mit Uranus geschlossen wissen, wahrscheinlich weil sie sich ungerne unbewohnte Planeten als kosmische Einöden, durch sonnenlose Nacht ziehend, denken mochten, und sich doch in Verlegenheit sahen, wenn Auskunft darüber verlangt wurde, woher jene Planeten oberhalb des Uranus behufs ihrer Bewohnbarkeit Licht und Wärme beziehen sollten. Diese theoretischen Erwägungen sind durch thatsächliche Entdeckung eines wirklich jenseits des Uranus um die Sonne ziehenden Planeten vorläufig entbehrlich geworden, und durch die Entdeckung desselben, die nichts dem Zufalle verdankte, feierte die Wissenschaft einen strahlenden Triumph. Es war nämlich von den Astronomen bemerkt worden, daß Uranus nicht genau an den Orten zu finden war, an welche ihn unter Berücksichtigung des Einflusses, den Saturn und Jupiter durch ihre Schwerewirkung auf ihn äußern müssen, die Rechnung setzte. *Le Verrier* in Paris stellte daher die Vermuthung auf, daß diese Differenzen zwischen dem wahren und berechneten Orte des Uranus nur durch die störenden Einflüsse eines jenseits des letzteren befindlichen Planeten zu deuten sein dürften, und bezeichnete nahebei den Ort des Himmels, wo der fragliche zu finden sein müßte.

Nach dieser Andeutung gelang es dem *Dr.* Galle am 23. September 1846, sehr nahe an dem von *le Verrier* bezeichneten Orte den vermutheten Planeten wirklich aufzufinden. Er erhielt den Namen Neptun und das Zeichen ♆ (der Dreizack des Erderschütterers). Wahrscheinlich ist dieser Planet doppelt so weit von der Sonne entfernt, als Uranus, so daß ihm erstere nur wie ein sehr heller Fixstern erscheint. Da er dennoch von unsrer Erde aus gesehen werden kann, so ist der Schluß gestattet, daß er einen großen Theil seines Lichtes einer eignen Photosphäre verdanke. Seine Entfernung von der Sonne beträgt ungefähr achthalbhundert Millionen Meilen, und man sah ihn unter einem scheinbaren Durchmesser von beinahe 3 Sekunden, so daß ihn also ein lichtstarkes achromatisches Fernrohr bei 60—80 maliger Vergrößerung bereits als planetarisches Scheibchen erkennen lassen muß. Aus seinem scheinbaren Durchmesser und seiner Entfernung von uns ergibt sich sein wahrer Durchmesser nicht ganz 1½ mal so groß, als der Durchmesser des Uranus. Seine Umlaufszeit bestimmt man auf 217 Jahre. Man will eine noch nicht bestimmte Anzahl von Monden und einen Ring bei diesem Planeten beobachtet haben, wie bei Saturn. Daß ihm Monde zugetheilt sein werden, grenzt auch ohne diese Beobachtung an Gewißheit, und zwar dürfte er deren sehr viele im Gefolge haben. Auch das Dasein

einer Ringbildung an erwähntem cosmischem Körper ist schon der Theorie nach nicht unwahrscheinlich. — Nun kann auch hier, wie früher bei Uranus, die Frage gestellt werden: Ist Neptunus die Grenzmarke unsres Sonnengebietes? — und die Antwort kann keine andre sein, als: Tausende lassen sich gegen Eins verwetten, daß Neptun nicht an der äußersten Grenze des Sonnensystemes seiner Bahn entlang wandele. Zur Versinnlichung dieser Frage wollen wir in Gedanken ein Modell des Sonnensystemes anfertigen. Wir wollen die Entfernung des nächsten Fixsternes viel zu gering, nur zu 2 Billionen Meilen ansetzen, so liegt der Punkt, wo die Herrschaft der Sonne endet, und die Herrschaft des Fixsterns unter Annahme gleicher Masse desselben mit ersterer beginnt, eine Billion Meilen weit von der Sonne entfernt. Nehmen wir nun an, Neptun habe selbst eine Distanz von 800 Millionen Meilen von der Sonne, setzen wir ferner auf die Mitte einer großen ebenen Tafel ein goldenes Kügelchen, die Sonne bedeutend, und einen Schuh von ihr entfernt ein weit kleineres zur Andeutung des Planeten Neptunus, so hat das Modellkügelchen des äußersten Planeten, der noch innerhalb des Gebietes unserer Sonne um letzteren kreisen kann, eine Entfernung von der kleinen goldenen Kugel, welche unsere Sonne andeutet, die dritthalbtausend Schuh beträgt.

Kommende Jahrzehnte oder Jahrhunderte werden diese Vermuthung oder Behauptung bestätigen. Können auch wegen der Beschaffenheit unserer Atmosphäre die Vergrößerungen unserer Fernrohre nicht weiter getrieben werden, als sie es sind, so wird die Zukunft doch gewiß durch Vervollkommnung der praktischen Chemie und Optik Fernrohre liefern, welche Vergrößerung mit Lichtstärke verbinden. So ist z. B. die 66fache Vergrößerung eines achromatischen Fernrohres von 48 pariser Linien-Oeffnung diejenige, welche die Gegenstände in natürlicher Helligkeit beobachten läßt; um also bei 500maliger Vergrößerung, die zur Noth noch für Planeten anwendbar ist, natürliche Helligkeit zu haben, handelt es sich nur um die Oeffnung, welche dem Objektiv-Glase gegeben werden kann, d. i. die Aufgabe ist der Technik oder technischen Chemie zugeschoben, der es obliegt, wellenfreie Glasscheiben von nöthigem Durchmesser und Dicke zu liefern. Kann sie dieß, so werden die Naturforscher künftiger Zeiten manchen Blick in die Tiefen des Weltalls thun können, die uns gegenwärtig noch in Nacht gehüllt sind.

§. 49.

Der Mond unsrer Erde.

Unter allen bis jetzt bekannt gewordenen Trabanten von Hauptplaneten ist der Mond unsrer Erde für uns der wichtigste. Er ist der beständige Be-

gleiter der Erde auf ihrer jährlichen Reise um die Sonne. Seine Entfernung von der Erde beträgt im Mittel nahe an 52000 geogr. Meilen. Er erscheint monatlich ($^1/_{12}$ Jahr) in der Regel zweimal als vollkommene Scheibe am Himmel (Vollmond und Neumond), die beinahe von derselben Größe wie die der Sonne ist. Seinem körperlichen Inhalte nach ist er ungefähr 50mal kleiner, als die Erde. Seine Bewegung um die Erde kann in eine scheinbare und wahre eingetheilt werden. In Hinsicht auf erstere kommt es uns vor, als wenn er sich alle 24 Stunden von Morgen gegen Abend um die Erde bewegte, da doch indessen die Erde sich in dieser Zeit von Abend gegen Morgen um ihre Axe dreht, und hiedurch diese scheinbare Bewegung des Mondes hervorbringt. Die wahre ihm eigne Bewegung ist seine monatliche Umwälzung um die Erde von West nach Ost.

§. 50.

Mondgestalten oder Lichtabwechslungen des Mondes (Phases, Phasen).

Der Mond ist eine für sich dunkle Kugel, welche von der Sonne ihr Licht erhält, und als Kugel nur zur Hälfte von derselben erleuchtet werden kann. Diese erleuchtete Halbkugel ist in allen Gegenden seiner Bahn nicht gegen uns, sondern gegen die Sonne gewendet. Doch sehen wir von Zeit zu Zeit mehr oder weniger von der erleuchteten Mondeshalbkugel, und diese periodisch wiederkehrenden Lichtveränderungen nennen wir Mondgestalten. Zur Erklärung der Mondgestalten dient *Fig. 6. Tab. I.* Es sei *a b c d* die Mondbahn, in deren Mittelpunkte die Erde *T* und weit links von derselben die Sonne *S* sich befindet.

Steht nun der Mond in *a* gerade zwischen der Sonne und Erde, so erscheint er uns mit der Sonne an einem und demselben Orte des Himmels; in diesem Stande nennen wir ihn Neumond oder Neulicht. — Rückt der Mond von *a* gegen *b*, so entfernt er sich in Bezug auf uns scheinbar von der Sonne gegen Osten, wird des Abends nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel sichtbar und fängt an, ungefähr den vierten Tag nach dem Neumond uns einen Theil seiner erleuchteten Seite unter der Gestalt einer schmalen Sichel zu zeigen, deren sogenannte Hörnerspitzen nach Osten gekehrt sind. Diese Sichel wird immer breiter, und nach ungefähr 7 Tagen ist der Mond in *b* angelangt. Er hat nun den vierten Theil seiner Bahn, d. i. 90° zurückgelegt und kehrt uns genau die Hälfte seiner hellen Seite zu, mit ihr überhaupt den vierten Theil seiner Oberfläche. Diese Beleuchtungserscheinung nennen wir das erste Viertel (*quadratura prima*). Das Licht des Mondes nimmt nun fortwährend zu, und

nach wiederholtem Verlauf von etwas über sieben Tagen, d. i. den fünfzehnten Tag nach dem Neulichte, kommt der Mond in *c* an. Er hat nun die Hälfte seiner Bahn, d. i. 180° zurückgelegt, und steht der Sonne in Bezug auf uns gerade gegenüber. Wir sehen dann die ganze erleuchtete Halbkugel des Mondes. Diese Lichtgestalt heißt Vollmond. Bis hieher heißt der Mond zunehmend, von nun an aber heißt er abnehmend; denn wir sehen immer weniger von seiner erleuchteten Hälfte. Ist er sieben Tage nach dem Vollmonde in *d* angelangt, so erscheint er wieder als heller Halbkreis, die Wölbung nach Osten, die geradlinige Grenze gegen Westen gewandt. Diese Phase nennt man das letzte Viertel (*quadratura ultima*). Hierauf wird er, von *d* gegen seinen ersten Standpunkt in *a* rückend, immer sichelförmiger, die Hörner seiner Lichtsichel gegen Westen gekehrt, bis er endlich ganz verschwindet und abermals neu wird, indem er wieder in *a* anlangt.

Anmerkung. Der Neumond geht mit der Sonne zugleich auf oder unter. Er kehrt die erleuchtete Hälfte der Sonne zu, und wir sehen ihn deßhalb nicht. Im ersten Viertel geht er gegen Mitternacht unter. Der Vollmond geht auf, wenn die Sonne untergeht, und unter, wenn sie aufgeht. Der Vollmond ist also die ganze Nacht sichtbar. Nach dem Vollmonde geht er immer etwas später nach Sonnen-Untergang, und im letzten Viertel gegen Mitternacht auf.

§. 51.

Periodischer und synodischer Monat.

Betrachtet man die Erde als stillstehend, so vollendet der Mond in ungefähr 27 Tagen und 8 Stunden seinen Lauf um die Erde. Diese Zeit wird periodischer Monat genannt. Da aber während derselben die Erde selbst in ihrer eignen Bahn nebst dem Monde weiter vorgerückt ist, so dauert es beinahe zwei Tage, bis der Mond und die Sonne, von der Erde aus gesehen, wieder in derselben Gegend des Himmels erscheinen oder in Conjunktion (*συνοδος*) kommen; deßhalb verfließen von einem Neumond zu dem andern 29 Tage, 12 Stunden, 44 Minuten und 3 Sekunden. Diese Zeit heißt synodischer Monat. Wir sehen den Mond in einem Jahre 13mal den Himmel umlaufen oder 13mal bei einem und demselben Fixsterne vorüberziehen. Er geht aber nur 12mal in derselben Zeit bei der Sonne vorüber. Zwölf synodische Monate machen ein Mondenjahr von 354 Tagen, 8 Stunden, 48′ und 35″. Dieses ist um ungefähr 11 Tage kleiner, als das Sonnenjahr, welches 365 Tage 5 Stunden und 49′ beträgt.

Anmerkung. Des Mondes vierfacher Wechsel von 7 zu 7 Tagen, sein monatlicher Umlauf um die Erde hat von jeher die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gezogen, und zu der uralten Eintheilung des Jahres in 12 Monate und in Wochen von 7 Tagen, sowie wahrscheinlich zu den ersten Festen und religiösen Zusammenkünften Gelegenheit gegeben. Moses führte bei den Juden das Mondenjahr ein, welches auch von den Muhamedanern angenommen wurde.

§. 52.

Sonnen- und Mondsfinsternisse.

Der Mond verursacht durch seinen Umlauf um die Erde diejenigen Begebenheiten am Himmel, die wir Sonnen- oder Mondsfinsternisse nennen. Es trifft sich wenigstens zweimal im Jahre, kann aber auch 4—5 mal geschehen, daß der Mond zur Zeit des Neulichtes in einer geraden oder beinahe geraden Linie mit der Sonne und Erde steht. Alsdann kann sein kegelförmiger Schatten, den er, von der größeren Sonne bestrahlt, hinter sich in den Weltraum wirft, und dessen Spitze noch zur Erde hinabreicht, die Oberfläche der letzteren treffen. Es sey *Fig. 7* ***S*** die Sonne, ***T*** unsre Erde, ***L*** der Mond in der Phase seines Neulichtes und zugleich central in der geraden Linie ***S C*** stehend, welche man vom Mittelpunkte der Erde nach dem Mittelpunkte der Sonne gezogen denkt. Wenn nun der Mond ***L*** in seiner eliptischen Bahn der Erde ***T*** nahe genug ist, daß der conische Mondschatten *x x* die Erde noch trifft, und auf deren Tagseite einen dunkeln Kreis vom Durchmesser *a b* entwirft, so können die innerhalb dieses Schattenkreises befindlichen Erdbewohner von der Sonnenscheibe ***S*** nichts sehen, d. i. der Mond verdunkelt ihnen die Sonne ganz, und in diesem Falle sagt man: die Orte der Erdoberfläche innerhalb des Schattenkreises *a b* haben eine totale Sonnenfinsterniß. Jene Erdbewohner aber, welche zunächst an der Grenze des Schattenkreises *a b* befindlich sind, sehen die Sonne nur zum Theil durch den dazwischen tretenden Mond verdunkelt, und haben, wie man sich ausdrückt, eine partiale Sonnenfinsterniß. Auch wenn das Centrum des Mondes genau in der Linie ***C S*** liegt, so kann eine totale Sonnenfinsterniß nur dann entstehen, wenn zur Zeit der scheinbare Durchmesser des Mondes mindestens eben so groß ist, als der scheinbare Durchmesser der Sonne. Ist ersterer kleiner, so entsteht eine ringförmige Finsterniß, die entweder central, siehe *Fig. 8* ***A***, oder nicht central wie in ***B*** sein kann, letzteres, wenn der Mittelpunkt des Mondes nicht genau in der Linie ***S C*** (*Fig. 7*) liegt. Wie sich partielle Sonnenfinsternisse dem Auge darstellen, zeigt *Fig. 8* ***C***. Da eigentlich die Erde

durch den Mondschatten verdunkelt wird, so würde richtiger Erdfinsterniß statt Sonnenfinsterniß gesetzt.

Wenn der Mond voll ist, so trifft sich's zuweilen, daß Sonne, Erde und Mond in einer geraden Linie *S C l* (*Fig. 7*) mit größerer oder minderer Genauigkeit zu stehen kommen, wo alsdann der Mond sich in den Schatten der Erde, der sich viele tausend Meilen weit in den Weltraum hinaus erstreckt, einsenket, und in der Lage *l* (*Fig. 7*) seines von der Sonne geborgten Lichtes, so lange sein Durchgang durch diesen Schattenkegel dauert, wirklich beraubt wird. Dieser Mondsfinsternisse gibt es jährlich gewöhnlich zwei bis drei; es kann sich aber auch treffen, daß in manchem Jahre keine einzige stattfinde, weil die Ebene der Mondsbahn die Ebene der Erdbahn in einer geraden Linie von veränderlicher Lage schneidet. Die Mondsfinsternisse sind, sowie die Sonnenfinsternisse, entweder total oder partial, können aber nie ringförmig sein. Was hier vom Monde gilt, findet auch Anwendung auf die Trabanten anderer Planeten.

§. 53.

Mondesflecken.

Schon mit blosem Auge sehen wir auf der Oberfläche dieses uns am nächsten stehenden Himmelskörpers helle und dunkle Stellen, woraus sich die Einbildungskraft verschiedene Gestalten bildet. Durch gleichwohl nur mittelmäßige Fernrohre stellt sich derselbe überall mit vielen Ungleichheiten, Streifen, Flecken, Vertiefungen und Erhöhungen dar. Da man beinahe immer dieselben dunkeln und hellen Stellen im Monde sieht, so wendet also der Mond beständig eine und dieselbe Halbkugel gegen die Erde.*) Hieraus folgt, daß der Mond während seines periodischen Umlaufes um die Erde innerhalb 27 Tagen und 8 Stunden sich wirklich einmal um seine Axe dreht. Einige der Mondsflecken sind beständig, und schienen den älteren Astronomen auf festes Land, Wasser, Waldungen &c. hinzudeuten. Andere sind veränderlich und richten sich nach der Lage des Mondes gegen die Sonne; sie sind als die Schatten hoher Gebirge im Monde anzusehen. Das Dasein von Bergen und Unebenheiten im Monde gibt sich auch dadurch zu erkennen, daß derselbe, wenn er nicht voll ist, an seiner Erleuchtungs-Grenze zackigt erscheint, indem an den Orten, wo eben die Sonne aufgeht, die Berggipfel eher, als die niedrigeren Theile erleuchtet werden müssen. Daß der Mond eine Atmosphäre wie unsere Erde habe, ist unter den Naturforschern noch

*) Dieses Verhältniß ist dem Monde mit andern uns bekannten Trabanten gemein, und rührt von der Nähe derselben an ihren Hauptplaneten her.

nicht ausgemacht. Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß der Mond auch bewohnt sei, indem der Nutzen, den er den Erdebewohnern durch seine Erleuchtung bringt, als viel zu gering erscheint, als daß er nur deßwegen da sein könnte.

Anmerkung. Daß der Mond auf unsere Erde bedeutend einwirke, ist unter den Naturforschern ausgemacht. Sie haben die Ebbe und Fluth noch nicht anders zu erklären vermocht, als durch die Anziehungskraft des Mondes, welche er auf unsere Erde, insbesondre auf das Meer, als einen flüssigen, demnach beweglicheren Körper äußert. Kant in seiner physischen Geographie, herausgegeben von Schelle, 2ter Thl. S. 111 sagt: Ebbe und Fluth sind nicht die einzigen Erscheinungen, welche der Mond auf unsrer Erde hervorbringt; auch starke Winde entstehen bisweilen bei seinem Auf- und Untergange; der trübe Horizont mehrerer Tage hinter einander klärt sich oft die ganze Nacht über auf, sobald sich der Mond über dem Horizont befindet; die schwersten Gewitter zertheilen sich häufig, wenn der Mond über dem Gesichtskreise erscheint.

Hinsichtlich der Witterung schreibt man dem Monde vom Neulichte an gerechnet Einfluß zu, was durch die bekannten lateinischen Worte ausgedrückt ist:

Prima, secunda nihil, tertia aliquid,
Quarta quinta qualis, tota lunatio talis.

Zusatz. Der Abstand des Mondes vom Centrum der Erde ist im Mittel 51823 geogr. Meilen. — Sein größter Abstand beträgt 54933 und sein kleinster 48712 geogr. Meilen. Sein kleinster scheinbarer Durchmesser, vom Mittelpunkte der Erde aus gesehen, ist 31′ 4″, sein größter 32′ 2″. Daß uns der Mond beim Aufgange und nahe am Horizonte größer erscheint, als hoch am Himmelsgewölbe, beruht auf einer optischen Täuschung, welche uns auch die Sonne, oder Distanzen von Fixsternen nahe am Gesichtskreise für größer halten läßt, als in der Nachbarschaft des Zeniths. Wegen der zwischenliegenden irdischen Gegenstände kommt uns der aufgehende Mond viel entfernter vor, als der culminirende, dessen Entfernung das Auge wegen Mangels aller Zwischen-Marken nicht mehr beurtheilen kann.

Von der Sonne aus gesehen erscheint unser Erdenmond unter einem Winkel von 5″. Der mittlere Durchmesser der Mondeskugel beträgt 468 g. Meilen, so daß demnach der Durchmesser der Erde über $3\frac{1}{2}$ mal größer ist, als der des Mondes. Der mittlere Umfang unseres Trabanten hat demnach eine Länge von 1471 g. Meilen, und ein Grad eines größten Kreises auf demselben mißt sehr nahe 4 g. Meilen. Die Oberfläche des Mondes hat eine Ausdehnung von 689025 Quadratmeilen, und sein Rauminhalt beträgt nahe an 54 Millionen Cubikmeilen. Der Rauminhalt unserer Erde ist demnach 49 mal größer, als der des Mondes. Weil aber die verhältnißmäßige Dichtigkeit des Mondes geringer ist, als die des Erdballes,

so würden erst 68 Mondmassen der Erdmasse gleichkommen. Hieraus wurde berechnet, daß ein schwerer Körper an der Oberfläche des Mondes nicht 15 Fuß tief in der ersten Sekunde fällt, wie an der Erdoberfläche, sondern nur durch einen Raum von etwas über 3 Fuß. Die Schwerewirkung auf dem Monde ist 5mal geringer als an der Erdoberfläche, daher auch die Mondatmosphäre sich in einem solchen Zustande der Verdünntheit befinden muß, daß das Quecksilber im Barometer an der Mondoberfläche bis auf 5 ½ Zoll herabsinkt.

Weil die älteren Astronomen die dunkleren Partien der Mondoberfläche für Meere, die helleren für Festland hielten, so gaben sie den größeren dunklen Flecken und ihren kleineren Einbuchtungen Namen von Meeren und Meerbusen, Seen, daher z. B. die Bezeichnungen ***mare Serenitatis***, das Heiterkeitsmeer; ***mare Frigoris***, das Frostmeer; ***sinus imbrium***, die Regenbucht ꝛc. Kleineren, durch Fernrohre wahrnehmbaren Flecken legte man die Namen berühmter Philosophen und Astronomen älterer und neuerer Zeit bei, und man findet auf den Karten, die des Mondes Oberfläche darstellen, einen Plato, Aristoteles, Aristarch, Kepler u. a. Man darf, ohne der Wahrheit zu nahe zu treten, behaupten, daß wir eine viel genauere allgemeine Kenntniß von der Oberfläche des Mondes, wenigstens seiner uns zugekehrten Seite, als von der Oberfläche unserer heimathlichen Erde haben; denn während hienieden ungeheuere Landstriche, z. B. das Innere von Afrika und Neuholland, die Südpolarländer noch unerforscht sind, kann sich auf der uns sichtbaren Mondhälfte auch nicht ein Fleckchen von einer halben Meile Durchmesser dem geschärften Auge der Astronomen entziehen. Da die genauere Betrachtung der Mondoberfläche, so weit unsere Instrumente ihre Beschaffenheit erforschen lassen, für jeden denkenden Erdbürger eine Beschäftigung von hohem geistigem Interesse ist, so wollen wir nicht allzu flüchtig über diesen Theil der Kosmographie hinweggehen und deßhalb vor allem die Frage erörtern: Welche Aufschlüsse können uns die optischen Mittel, welche unserem Auge zu Gebote stehen, über die Gegenstände an der Mondoberfläche denn eigentlich geben? Wenn man ein achromatisches Fernrohr von 4 Zoll Oeffnung mit 60maliger irdischer Vergrößerung an einem heitern Sommernachmittag zwei oder eine Stunde vor Sonnenuntergang auf einen Menschen richtet, welcher in einer Wegstunde Entfernung ostwärts vom Fernrohre sich auf der Flur befindet, so erscheinen seine Züge so deutlich, daß der Zeichner ein Portrait von ihm entwerfen könnte.

Richtet man das nämliche Instrument während der heißen Mittagsstunden auf den nämlichen Gegenstand, so sieht man nichts als eine in wogender Bewegung befindliche vielfach zerrissene farbige Masse, die wenig Aehnlichkeit mit der Gestalt eines Menschen hat, und an welchem man etwa nur noch die hellen Farben der Gewänder unterscheiden kann. Dagegen wird in dem nämlichen Augenblicke eine nur 8 oder 10malige Vergrößerung eines kleineren Fernrohres die Umrisse des Menschen recht gut erkennen lassen. Die Ursache der verschiedenen Leistungen beider Fernrohre zu verschiedenen Tageszeiten ist weder in dem Gegenstande noch in der Leistungsfähigkeit des Fernrohres, sondern in der Beschaffenheit unsrer Atmosphäre zu suchen. Erwärmte Luft ist nämlich von geringerer Eigenschwere und bricht auch das Licht bei seinem Durchgange anders, als kühlere Luft. Erstere steigt in letzterer empor. Wenn nun die Oberfläche der Erde und die

unmittelbar mit ihr in Berührung stehende Luftschichte von den Sonnenstrahlen erwärmt wird, so steigt letztere empor und erregt dadurch jene wellenförmige Bewegung, die wir an heißen Tagen schon mit blosem Auge wahrnehmen, und die deutlich beobachtet werden kann, wenn man einen entfernten Gegenstand über die obere Fläche eines heißen Ofens oder Biegeleisens hinweg betrachtet. Je stärker nun ein Fernrohr vergrößert, desto mehr vergrößert es auch diese Luftwellen, desto wirrer und zerrissener erscheint daher durch dasselbe betrachtet ein Gegenstand, dessen Licht, ehe es in's Fernrohr gelangen kann, erst seinen Weg durch diese Luftwellen nehmen muß. Hierin liegt das Hinderniß, welches nicht gestattet, die Vergrößerung unsrer Fernrohre, angewendet auf gewisse Gegenstände, über eine gewisse Grenze hinauf zu steigern. Bringt man die Scheibe des Vollmondes in das Gesichtsfeld eines Fernrohres von nur etwa 10maliger Vergrößerung, so erscheint sie am Rande scharf begrenzt; wenden wir aber ein Fernrohr von 100maliger Vergrößerung an, so sehen wir den Rand des Mondes in rascher wogender (undulirender) Bewegung, als betrachteten wir ihn durch die Oberfläche einer in kräuselnde Bewegung gesetzten Wassermasse. Diese durch die wärmeren emporsteigenden Luftpartien veranlaßte Erscheinung wird unter gewissen atmosphärischen Verhältnissen so auffallend, daß es dem Beobachter vorkommt, als rissen sich bisweilen kleine Theile des Mondrandes auf Augenblicke ganz los, um sich im nächsten Momente wieder mit ihm zu vereinigen. Da nun diese undulirende Bewegung nicht nur dem Rande eines Himmelskörpers, sondern allen sichtbaren Punkten seiner Oberfläche zukommt, und sie dadurch verundeutlicht, so gibt es für jeden Zustand der Erdatmosphäre eine größte zulässige telescopische Vergrößerung. Wir wollen annehmen, es werde zur Betrachtung der Mondoberfläche im Mittel eine 200malige Diametral-Vergrößerung angewendet. Wir erkennen einen schwarzen Kreis auf einer weißen Tafel noch als schwarzen Punkt, wenn er so klein, oder so weit vom Auge entfernt ist, daß er unter einem Sehwinkel von 34″ erscheint, eine schwarze Linie auf weißem Grunde ist auch noch unter kleinerem Sehwinkel ihrer Breite zu gewahren. Nun beträgt der mittlere scheinbare Durchmesser des Mondes, von der Erde aus gesehen, 31′ 4″ oder 1864″, und ist 34″ in 1864″ etwas über 54mal enthalten; wir werden also mit unbewaffnetem Auge an der Mondoberfläche einen dunklen Flecken auf hellem, oder noch leichter, einen hellen auf dunklem Grunde erkennen, wenn sein Durchmesser dem 54sten Theil des scheinbaren Durchmessers gleichkommt, oder ihn übertrifft. Da der wahre Durchmesser des Mondes 468 g. Meilen beträgt, und 468 : 54 = 8½ (nahebei), so werden wir mit blosem Auge auf der Oberfläche unseres Trabanten einen dunklen Flecken von rundlicher Form noch erkennen, wenn er einen Durchmesser von etwas über 8 Meilen oder 16 Wegstunden hat. Betrachtet man aber den Mond unter 200maliger Vergrößerung, so erkennt man an seiner Oberfläche begreiflich noch einen Gegenstand von hervorstechender Färbung, wenn derselbe im Durchmesser auch nur den 200ten Theil von 8 Meilen, also nur etwa tausend Fuß hält. Diese Schätzung ist durchaus nicht übertrieben, und wird durch die Beobachtungen der neueren Astronomen bestätigt; sie beweist, daß unsere Fernrohre allerdings ungemein genaue Aufschlüsse über die Beschaffenheit der Mondoberfläche zu geben im Stande sind. **Wenn, wie kaum zu zweifeln ist, die Oberfläche des Mondes von**

denkenden Wesen (Seleniten, von σελήνη, Mond) bevölkert ist, und es stehen ihnen die nämlichen Hülfsmittel der Optik zu Gebote, wie den Erdebürgern, so wird unseren cosmischen Nachbarn der Anblick unserer Erdoberfläche ein sehr befremdender sein. Die wirren Wolkenmassen, bald eine glänzende Erdlandschaft umhüllend, bald wieder entblösend; die in tiefdunkler Färbung erscheinenden irdischen Oceane, Binnenmeere und Landseeen, der rasche Farbenwechsel durch Ueberschneiung größerer oder beschränkterer Erdstriche, und wieder Wegschmelzen der Schneedecke, wozu oft wenige Stunden hinreichen, die periodische Färbung ganzer Landschaften, wie sie entweder im goldnen Schmuck der reifen Ernte prangen oder durch die Bemühungen des Pflügers sich wieder verdunkeln; die nächtlichen Brände großer Städte, wie Moskaus oder Hamburgs; die zuckende Beleuchtung, in welche ein tropisches Gewitter eine weite Landschaft versetzt; die Ausbrüche unsrer Vulkane und so manche andere Gegenstände; auch manche andere in wildem Wechsel sich drängenden Erscheinungen an unsrer Erde müssen den Bewohnern jener stillen von ewig klarem Himmel überwölbten Regionen Räthsel genug darbieten. Eines aber wird ihnen kein Räthsel, keine Frage sein, sie werden nicht vermuthen, sondern sie werden w i s s e n, daß die Oberfläche des an ihrem Firmamente glänzenden Erdballes b e w o h n t sei.

Richten wir dagegen unsere Fernrohre nach dem Monde, welch verschiedner Anblick von dem, den unsere Erde den Seleniten gewähren muß, tritt hier vor das Auge des Beobachters! Wolkenlos in klarer Sonnbestrahlung ziehen die Landschaften des Mondes durch das Sehfeld des Fernrohrs, den Charakter tiefer Ruhe, ungestörter Beständigkeit, aber auch den Charakter öder melancholischer Verlassenheit tragend. Die helleren Landschaften bieten dem Auge eine gedrängte Reihenfolge schroffer, abenteuerlich gestalteter Gebirgshöhen und schaudererregender Schlünde, deren Tiefe oft noch in schwarze Nacht gehüllt ist, während die ragenden Bergeshäupter hell glänzen, als seien sie aus gegossenem Golde geformt. Lange Gebirgszüge, ähnlich denen auf unsrer Erdoberfläche, begegnen dem Blicke nur selten, in zahlloser Menge kehrt aber immer eine Gebirgsform wieder, welche die Erdoberfläche nur sehr vereinzelt aufweist, nämlich die Form des R i n g g e b i r g e s. Ein starrer Gebirgswall umfaßt in Kreisesform, oder einer dieser nahe kommenden eine mehr oder minder tiefe Einsenkung, deren Boden in der Regel von dunklerer Färbung, zunächst am innern Rande des Gebirgsringes am tiefsten ist, so daß sich hier ein ringförmiges Thal bildet, und er wölbt sich in sanftem Schwunge gegen die Mitte der Ringfläche hin. Hier nun erhebt sich allermeist ein ungemein schroff, oft zuckerhutförmig emporstrebender einzelner Berg, selten kommen deren mehrere in einer Ringebene vor. Der innere Abhang dieser Ringgebirge ist meistens schroffer als der äußere; der erstere stuft sich in einigen Ringgebirgen in so regelmäßigen Terrassen nach der Ringebene hinab, als sei er das Werk arbeitender Riesen. In vielen Fällen ist das Ringgebirge wild zerklüftet, theilweise unterbrochen, ein Ringgebirge hat sich häufig zerstörend in das andre hineingedrängt; oft findet man kleinere Ringgebirge in der von größern eingeschlossenen Ebene. Verwandt der Ringgebirgs-Bildung auf dem Monde erscheint die G r u b e n b i l d u n g; Einsenkungen oft von ungeheurer Tiefe und meist jähem Absturze unter dem mittleren Mondhorizont, jedoch mit fehlendem Gebirgsring, oder Ringwall. Diese Ringgebilde kommen von

allen Durchmessern vor, ganze weite Landschaften umfassend, häufig nur mehrere hundert Schuh im Durchschnitt haltend. Selbst manche jener schon dem blosen Auge sichtbaren dunklen Flecken zeigen sich bei telescopischer Betrachtung als die weiten Ebenen von ehemaligen riesenhaften Ringgebirgen, deren Wälle zum Theil durch spätere Ringbildungen zerstört, zum Theil aber noch in langen Bogenstücken sich erhalten. Daß eben jene schattigen Flecken im Monde, welche die älteren Astronomen als Meere ansprachen, nichts weniger als Wassersammlungen sind, lehrt der erste Blick in jene durch niedere wellenförmige Hügel oder Ringgebirge und Gruben dem Auge Abwechslung gewährenden Thalflächen. Befände sich auf der uns zugekehrten Mondfläche auch nur ein See von einer einzigen Wegstunde Durchmesser, so könnte er sich unsrer Beobachtung nicht entziehen; es gibt keine Wassersammlungen auf der Oberfläche unsres Trabanten, weder in Form von Seen noch von Flüssen, wie sich letztere an der Erde so zahlreich von uns würden beobachten lassen, wenn wir unsern Standpunkt auf dem Monde hätten. Zu den Mondgebilden gehören auch die oft durch weite Strecken geradlinig hinstreichenden helleren Adern und Einklüftungen, über deren wahre Natur noch nicht alle Astronomen einig sind. Zu Beobachtungen unsres Mondes muß man die Phasen vor dem ersten und nach dem letzten Viertel wählen, weil in diesen Lichtgestalten die Bergschatten sichtbar werden, deren Länge mit Zuziehung der scheinbaren Sonnenhöhe über den Mondhorizont auch das Mittel an die Hand gab, die Höhen der Berge und die Tiefen der Gruben auf der Mondfläche zu bestimmen. Auch die Entfernung von der Lichtgrenze des Mondes, in welcher die auf- oder untergehende Sonne die äußerste Kuppe eines Berges schon oder noch beleuchtet, während alle tieferen Theile desselben umnachtet sind, dient, sobald sie genau ermittelt ist, die Höhe dieser Kuppe zu berechnen. — Man hat durch solche Rechnung gefunden, daß der Mond höhere Berge an seiner Oberfläche aufzuweisen hat, als unsere Erde. Die ragendste Höhe kommt nicht sowohl den Gipfeln von Gebirgszügen zu, obwohl Bergeshäupter der Mond-Apenninen in eine Höhe von mehr als 20000 Schuh streben, sondern einzelnen Ringgebirgen. So beträgt die Höhe des Berges L e i b n i t z am östlichen Mondrande 28000 Fuß, bis zu welcher Höhe selbst der Dawalaghiri der Erde nicht reicht. Staunenerregend ist die Tiefe, bis zu der sich manche Gruben dort einsenken. Das Ringgebirge Phönix z. B. hat eine Tiefe von 16500 Schuh unter dem mittleren Mondhorizont; und dennoch, auch in solcher Einsenkung findet der Beobachter keine Spur von Wasser.

Obschon nun kein tropfbar flüssiges Wasser auf dem Monde zu finden ist, so fehlt doch, nach den mittelst der vortrefflichsten Instrumente gestatteten Wahrnehmungen, Nebel- und Wolkenbildung in jenen Regionen keineswegs. Weil aber die Atmosphäre des Mondes so äußerst verdünnt ist, so können sich die Wolken nicht, wie an der Erdoberfläche, über den Boden erheben und vor dem Winde hoch in den Lüften dahinsegeln, sondern sie liegen ruhig wie lichtere Hügel in den stillen Mondthälern, die sie wohl mit Thau netzen, aber nicht mit Regen überfluthen können; sie werden vorzüglich in jenen Thal-Landschaften gesehen, über deren Horizont sich eben die Sonne erhebt, denen also der Morgen angebrochen ist. Selbst die langen Streifen, welche radial von einigen Ringgebirgen geradlinig auslaufen, werden von

einzelnen Astronomen für Wolkengebilde angesprochen. Sind sie dieses, so wäre zu vermuthen, daß sie über geradlinigen Längrissen in der festen Mondrinde lagern, die sich bis in jene Tiefe einsenken, in welcher der Atmosphärendruck die Bildung tropfbar flüssigen Wassers möglich macht — oder aber — es sind vulkanische aus den Tiefen qualmende Rauchwolken. Auch fanden Beobachter manche Ringgebirge in ihrer Tiefe mit einem nebelichen Wesen belagert, dessen Existenz sich wieder auf zweierlei Weise erklären läßt. Das Bisherige vorausgeschickt, können wir einige Vermuthungen bezüglich der Frage, ob die Mondoberfläche bewohnt oder eine leblose Einöde sei, wagen. So viel ist gewiß, daß ein Erdbürger, plötzlich an die Mondfläche versetzt, wegen zu großer Verdünntheit der Mondatmosphäre nicht leben könnte; denn selbst an der Sohle der tiefsten Gruben würde er eine Luft athmen müssen, die verdünnter wäre, als die auf den Kuppen unserer höchsten Erdgebirge, und erstickte er auch nicht in der verdünnten Luft, wie ein Vogel unter dem Recipienten der Luftpumpe, so würde er wegen Mangels an Wasser umkommen. — Aber obschon zugestanden werden muß, daß unsere irdischen Pflanzen und Thiere, daß der Mensch der Erde nicht passend seien für die Mondoberfläche, so ist doch zu bedenken, wie überreich die Natur an Mitteln ist zur Erreichung ihrer Zwecke. Diese Wahrheit beweisen schon die Organismen an unserer Erdoberfläche. Während z. B. die als Zierpflanze beliebte Colocasia tägliches Begießen fordert, wenn sie ihren zarten Blüthentrichter entfalten soll, wächst und blüht der saftige Hauslauch auf der brennend heißen, oft wochenlang nicht von Regen benetzten Fläche eines Ziegel=Daches. — Während manche Cactusarten die, selbst durch Glasdecken und Lohbeete erhöhte, Sonnenwärme unserer Hochsommer nicht zur Blüthe bringen kann, sproßt die anspruchlose Blume, welche wir Schneeglöckchen nennen, unter der eisigen Umgebung empor, von welcher sie ihren Namen hat. Bleiche Schwammbildungen siedeln sich in dem ewigen Dunkel unterirdischer Räume an, und gedeihen nur da, während die Alpenrose das strahlende Licht und die erfrischende Luft der Bergeshöhen verlangt, um nicht zu verkümmern. — Reisende, die einen so hohen Standpunkt auf den Anden erklommen hatten, daß ihnen das Athmen äußerst beschwerlich wurde, sahen hoch über ihren Häuptern den Riesengeier des südamerikanischen Gebirges, den Condor, seine Kreise in der Luft ziehen; er befand sich behaglich in einer Luftschichte von solcher Verdünnung, daß sie das Leben des Menschen gefährdet haben würde.

Die Erfahrung lehrt, daß Menschen noch athmen, deren Lunge durch Krankheit größtentheils zersetzt und zerstört ist, die also der eingeathmeten Luft eine weit kleinere Fläche behufs der Blutoxidirung darbietet, als die Respirationswerkzeuge eines gesunden Menschen. Denken wir uns umgekehrt einen Menschen mit einer Lunge versehen, die der Atmosphäre eine weit größere Fläche darböte, als in gewöhnlichem Zustande, so könnte ein solcher in weit verdünnterer Luft leben, als andere Menschen; denn sein Blut würde wegen der größeren Lungenfläche doch den nöthigen Bedarf an Sauerstoff aus der verdünnten Atmosphäre anziehen. Sehen wir ja doch schon auf der Erde einen sehr merklichen Unterschied zwischen dem Körperbau des Bewohners gebirgiger und flachliegender Landstriche, insofern dieser Bau von der vollkommeneren Ausbildung der Respirationswerkzeuge abhängig ist. Eine breite hochgewölbte Brust ist dem Gebirgsbewohner eigen, der eine

verdünntere Luft athmet; sehr ausgeprägt müßte dieser Charakter dem Körper der Mondbewohner zukommen. Die Flora der Mondoberfläche wird gleichfalls den Charakter unsrer Gebirgspflanzenwelt tragen. Die dortigen Pflanzengebilde werden, sowie viele Pflanzengattungen auf der Erde, ihren Feuchtigkeitsbedarf aus der Luft anziehen, und auf diese Weise des tropfbar flüssigen Wassers entbehren können; und eben hiedurch ist auch die Frage gelöst, wodurch für Menschen und Thiere das an der Mondoberfläche fehlende tropfbar flüssige Wasser ersetzt wird. Auch unter den Thieren der Erde finden wir solche, welche, wenn sie feuchte Nahrung zu sich nehmen, kein Bedürfniß zu trinken haben, wie z. B. das Schaf; andere bedürfen nachweislich des Trinkens gar nicht, z. B. jene Insekten, welche unsere Kleider, trocknes Holz, Papier zernagen, die sogenannten Motten. Auch kam es vor, daß Menschen viele Tage lang das Bedürfniß zu trinken nicht fühlten. — Nachdem nun unerachtet der Atmosphären-Verdünnung und des Mangels an tropfbar flüssigem Wasser auf dem Monde die Bewohntheit dieses Weltkörpers ihrer Möglichkeit nach außer Zweifel stehen dürfte, so wollen wir sehen, was unsere Fernrohre und Beobachtungen über die wirkliche Bewohntheit desselben sagen.

So sehr in die Augen fallende Zeichen von Bevölkerung, wie wir sie vom Monde aus auf unsrer Erde würden gewahren können, finden wir freilich auf dem Monde nicht — doch lehrt eine aufmerksame telescopische Beobachtung, daß die dunkleren Flecken auf jenem Weltkörper ihre Färbung einer Pflanzenbedeckung verdanken. Man kann nicht erwarten, daß die vegetabilische Decke der Mondebenen in grünem Farbenton erscheinen solle, da schon auf der Erde das frischeste Waldesgrün, aus einer Entfernung von nur 10 Stunden Wegs gesehen, sich in ein fahles Blau verwandelt. Gewiß ist aber, daß eine mit Reif überzogene Landschaft der Erde, vom Monde aus beobachtet, sich dem Auge in hellerem Lichte darstellen müßte, als nachdem die Sonnenstrahlen den eisigen Ueberzug bewältigt haben; es unterliegt keinem Zweifel, daß Amerikas Savannen, wenn sie, von der Sonne verbrannt, alles frischen Pflanzenwuchses beraubt sind, eine lichtere Färbung, von unserem Trabanten aus gesehen, müssen wahrnehmen lassen, als wenn sie kurz nach der Regenzeit ihr dunkelgrünes blüthengesticktes Gewand angelegt haben. Betrachten wir z. B. auf der Erdoberfläche ein zwanzig Stunden Wegs entferntes Gebirge während der trocknen Sommerszeit, so entdecken wir mit unbewaffnetem Auge die Waldblößen als lichtere Flecken, weil die dortigen Grasmatten durch Einwirkung der Wärme und Trockenheit vergelbt sind. — Einen ganz entsprechenden, von den dortigen Tageszeiten abhängigen Farbenwechsel entdeckte man in den dunklen Mondflächen, und zwar in folgender Stufenfolge. Sehr viele derselben erreichen nämlich die tiefste Farbennüançe um die Zeit, um welche sich die Sonne hoch über ihren Horizont erhoben hat, also um die Mitte ihres 14½ Erdtage dauernden Tages, der dort die Stelle des Sommers vertritt; wenn die Sonne sich gegen Untergang neigt, fangen sie an zu erbleichen, treten, nachdem sie ein halbes Monat lang in Nacht gehüllt waren, in dieser bleichen Färbung bei Aufgang der Sonne wieder in die Tagseite und verdunkeln sich erst wieder, wenn die Sonne höher über ihren Gesichtskreis gestiegen ist. Nun ist doch offenbar, daß jeder Theil der Mondoberfläche um so heller erscheinen sollte, je senkrechter ihn die Sonnenstrahlen beleuchten;

waltete also in dieser Beziehung nicht ein besonderes Verhältniß ob, so müßten diese Mondflächen in der schrägen Beleuchtung des Morgens und Spätabends sich nicht heller, sondern dunkler zeigen, als in der helleren Sonnbestrahlung des Mittags. Sehr einfach ist die Erklärung dieses scheinbaren Räthsels. Diese Flächen erfreuen sich einer vegetabilischen Decke, die um die höhere Tageszeit sich wie die Auen und Laubwälder unserer Erde in dunkles Grün hüllt, welches, wenn der spätere Abend (dort Herbst) eintritt, unter dem Einfluß der Kälte wieder verbleicht, und dadurch die Fläche, die es überkleidete, in lichterer Färbung erscheinen läßt. Die Zulässigkeit dieser Erklärung gewinnt ungemein durch die mittelst Beobachtungen festgestellte Thatsache, daß diese Verdunklung nach Sonnenaufgang um so früher auftritt, und um so später vor Sonnenuntergang in eine bleichere Nüançe übergeht, je näher die solchem Farbenwechsel unterworfene Mondfläche dem Aequator besagten Weltkörpers liegt, je kräftiger also die Sonnenstrahlen während ihres 14½ tägigen Aufenthaltes oberhalb ihres Horizontes auf sie wirken können. In höheren Breitegraden des Mondes, wo also ein kälteres Klima herrscht, ist dieser Farbenwechsel wenig merkbar, und vom 70° Breitegrad bis zu den Polen verschwindet er ganz; indem die Polargegenden sich in glänzendem Weiß darstellen. — In höher liegenden Gebirgsgegenden bemerkt man diese Veränderlichkeit der Färbung gleichfalls nicht. Fernere Bestätigung erhält mehrerwähnte Erklärung durch die gemachte Wahrnehmung, daß jene dunkle Färbung in den Tropengegenden des Mondes während der Mittagszeit und nahe daran an mäßige Bergeshöhen hinansteigt, und sich wieder zurückzieht, wenn der wärmende und leuchtende Ball tiefer gegen den Horizont sinkt. Immer muß im Auge behalten werden, daß ein Mondtag, die Nacht eingerechnet, einen Monat lang dauert, der eigentliche Tag also 14½ Erdumwälzungen anhält. Aus diesen Beobachtungen dürfte wohl das Dasein einer Pflanzenwelt auf dem Monde kaum bezweifelt werden dürfen. Wo aber so weit gedehnte Flächen mit Vegetabilien bedeckt sind, da fehlen auch die Thiere des Festlandes nicht; diese werden ihren Grundformen nach mit den Thieren unserer Erde übereinstimmen, weil die Weltintelligenz nicht auf jedem Weltkörper nach anderen Grundgesetzen schafft, und die Urtypen alles Seienden im Universum von einem Centralpunkte ausgehen; aber sie werden den Verhältnissen gemäß organisirt sein, welche ihnen die Mondfläche darbietet. Die Bedingungen der Existenz in körperlicher Hinsicht sind für den denkenden Menschen die nämlichen, wie für die ausgebildeteren Thiere des Festlandes, und sowie sich aus dem Dasein einer Pflanzenwelt auf das einer Thierwelt schließen läßt, so wird aus dem Dasein einer Thierwelt sich mit großer Wahrscheinlichkeit von vorne herein folgern lassen, daß denkende Wesen auf dem Monde leben. — Dieser auf Gründen der Wahrscheinlichkeit fußenden Annahme widersprechen die hieher Bezug habenden Beobachtungen keineswegs. Sorgfältige und anhaltende Beobachtung mit Hülfe der vortrefflichsten Fernrohre haben viele Gegenstände und Veränderungen in den Mondlandschaften wahrnehmen lassen, die ungezwungen nur durch die Annahme absichtlicher Einwirkung willensfreier Wesen erklärt werden können. Unter den Astronomen haben sich bezüglich der Durchforschung der Mondfläche Schröter und Gruithuisen sehr anerkennenswerthe Verdienste erworben.

Die Verhältnisse der Seleniten sind übrigens in vielen Vergleichungspunkten gar sehr verschieden von unseren. Wegen großer Verdünntheit der Luft erscheint ihnen das Firmament nicht in dem lieblichen Azurblau, wie uns Erdbewohnern, sondern sobald sie das Auge von der Sonne abkehren, in einem an Schwarz grenzenden in's Violette spielenden Dunkel; auch werden ihnen, falls ihr Auge organisirt ist, wie das unsrige, der Sonne gegenüber, wenn letztere auch schon einige Grade über dem Horizonte steht, die Sterne erster Größe sichtbar. Den Seleniten glänzen die nämlichen Fixsterngruppirungen als uns, aber der Anblick des Sternenhimmels muß dort wegen der außerordentlichen Durchsichtigkeit der Mondluft viel prachtvoller sein, als in einer Erdnacht. Ohne zu flimmern, strahlen selbst die Sterne erster Größe mit weißem, ruhigem Lichte in die Mondnacht nieder, und wenn irgend ein Himmelskörper günstige Verhältnisse darbietet, der erhabensten aller Wissenschaften, der Astronomie obzuliegen, so ist es unser Erdenmond. Bekanntlich wendet uns dieser Trabant immer die nämliche Seite zu; sowie also wir nie die hintere Seite des Mondes zu Gesicht bekommen, so sehen auch die Bewohner seiner Kehrseite nie unsere Erde, wenn sie nicht deßhalb eine eigne Reise unternehmen; den Bewohnern des Randes der uns sichtbaren Mondhalbkugel erscheint sie tief am Horizonte unter periodischem Auf- und Niederschwanken allmonatlich einen Rundlauf zu machen; den Bewohnern der mittleren Theile der sichtbaren Mondfläche steht sie hoch am Scheitel. Die Erde durchlauft für den Mond alle Lichtgestalten oder Phasen, wie der Mond für uns. Prachtvoll muß für die Seleniten der Anblick ihres Hauptplaneten sein, wenn er (um die Zeit unsres Neumondes) in vollem Lichte am Himmel glänzt, und wegen ihrer beinahe 13mal größeren Fläche ein ebenso vielmal helleres Licht verbreitet, was wir auch in dem milchweißen Schein erkennen, in welchem kurz nach oder vor dem Neumonde der unerleuchtete Theil dieses Himmelskörpers in's Auge fällt. Wenn die Seleniten so muskelstark sind als wir, so muß ihnen das Bergsteigen weit leichter fallen, als uns auf der Erde, weil die Schwerewirkung 5mal geringer ist, und ein tanzendes Paar wird sich dort nach einem raschen Emporschwung einige Mal in der Luft umherwirbeln können, ehe es den Boden wieder erreicht. Das Gehör der Seleniten muß empfindlicher sein als unseres, weil die dünnere Luft den Schall nicht so laut werden läßt, als in unserer dichteren Atmosphäre. Die Temperatur auf dem Monde, besonders in den Tiefen der dortigen Bergkessel und Thalebenen in den Tropenländern muß, trotz der dünnen Luft, während des halbmonatlichen Verweilens der Sonne über dem Horizonte ziemlich hoch steigen; desto empfindlicher muß aber die Kälte einer 14tägigen Nacht werden. Wir Erdbewohner wissen uns in unseren Wintern zu helfen; wenn wir Holz oder Steinkohlen haben, so heizen wir unsere Oefen bis zum Erglühen und spotten dann der Kälte; auf dem Monde aber würden wir uns in einiger Verlegenheit sehen, auch wenn wir unsere Hütte in einem dortigen Urwalde errichtet hätten; denn in so verdünnter Luft würden wir durch die in unseren Küchen gebräuchlichen Mittel auch das trockenste Holz nicht zum Brennen bringen können. Nie hat man daher auf dem Monde einen Waldbrand beobachtet, wie die Mondbewohner auf der Erde schon mit nicht stark vergrößernden Fernrohren gewahren konnten. Aber die Seleniten werden sich durch Luftverdichtung zu helfen wissen. Auch werden unterirdische Wohnungen, welche auf

der trocknen Mondoberfläche nicht den unangenehmen Charakter unserer näßerriefenden Kellergewölbe haben, ihnen sichern Schutz gegen die Nachtfröste sowohl, als gegen die Mittagshitze gewähren, und daß diese unterirdischen oder vielmehr untermondlichen Wohnungen dort auch wirklich Ausführung finden, darauf deuten Beobachtungen durch stark vergrößernde Telescope hin.

§. 54.

Die Kometen.

Eine besondere Erscheinung in unserem Sonnensysteme sind die Kometen oder Haarsterne. Sie erscheinen in der Regel plötzlich und verschwinden auch bald wieder. Ehemals verbreitete ihre Erscheinung Schrecken, indem man sie für Vorboten von Krieg, Pest und anderen Uebeln ansah. Sie sind lange Zeit fast allgemein für Lufterscheinungen gehalten worden. Diese Meinung sprach zuerst Aristoteles aus, durch dessen Ansehen sie sich theilweise bis auf Tycho erhielt. — Nach diesem hielt man sie bald für neuentstandene Körper, bald für ausgebrannte Sonnen, oder für noch brennende Körper, die einstens, nachdem sie ausgebrannt wären, Planeten würden; bald wiederum für werdende Weltkörper, die noch keinem Planeten-Systeme ausschließend angehören. Die Meinung des Astronomen Bode, daß die Kometen Sterne seien, welche die verschiedenen Planeten-Systeme, die in dem grenzenlosen Schöpfungsraume schweben, in Verbindung und Zusammenhang bringen, ist ebenso groß und erhaben, als glaublich und wahrscheinlich.

Zusatz. Gewöhnlich bindet der Mensch in den Forschungen, die eigentlich nur Sache des Verstandes sein sollten, seinen Gefühlen nicht ganz die Hand, und das sei ihm auch nicht verargt. Es war eine Zeit, da man die Kometen, diese scheinbar so zügellosen Vagabunden des Weltraums, für ausgesteckte Strafruthen göttlichen Zornes hielt, als ob der unendlich erhabene Urgrund aller Dinge menschlicher Schwachheiten, menschlicher Leidenschaften fähig sei, und deßhalb fürchtete man damals die Kometen; aber jetzt — fürchtet man sie auch, jedoch aus anderen Gründen. Durch die Wissenschaft ist die Behauptung aufgestellt worden, daß der Zusammenstoß eines Kometen mit unsrer Erde nicht unter die Unmöglichkeiten gehöre. Nun schaut man lebensliebend aus nach so verderblichem Begegnen, und der Wissenschaft fällt es jetzt schwer, die von ihr erregten Besorgnisse wieder zu beseitigen. Der Zauberlehrling hat die wassertragenden Geister beschworen zu ihrem Geschäft, aber das Wort vergessen, das sie wieder bannt. Das schadet nicht; es liegt in der Natur des menschlichen Gemüthes, sich gerne ein wenig zu fürchten; um so tiefer interessirt die Naturgeschichte dieser räthselhaften Kinder des Stoffs und der bildenden Naturkraft. — Man unterscheidet bei den Kometen, sowie sie in die Erscheinung zu treten pflegen, den kreisförmig begrenzten Kopf mit seinem genau in oder ein wenig außerhalb des Mittelpunktes des ersteren befindlichen heller leuchtenden Kerne und dem Schweife,

obschon letzterer bisweilen fehlt. Das Licht der Kometen ist großentheils matt, ähnlich dem der Milchstraße, nur der verhältnißmäßig sehr kleine Kern stellt sich meist in sternartigem Lichte dar; doch erschienen auch Kometen, deren Leuchtung intensiv genug war, daß sie wahrgenommen werden konnte, während die Sonne zugleich mit den ersteren über dem Gesichtskreise stand. Hieher gehören die Kometen von 1402, 1532, 1577, 1744, 1843. Das Licht der meisten in die Sehweite der Erde tretenden Kometen ist so schwach, daß sie nur durch Fernrohre gesehen werden können, und man hat behufs ihrer Auffindung Fernrohre eigner Art construirt, die man Kometensucher nennt. Sie sind mit einem Objektivglase von großer Oeffnung versehen, vergrößern aber nur 10 bis 15mal im Durchmesser, damit ihre Helligkeit der beim Schauen mit freiem Auge gleich sei. Die mittelst dieses Instrumentes beobachtbaren Kometen nennt man telescopische; sie sind meistens ohne Schweif, sphärisch, gegen die Mitte hin verdichteteren Lichtes, und können leicht mit Nebelflecken des Firsternhimmels verwechselt werden. — Es fällt dem auch mit den besten Instrumenten versehenen Beobachter schwer, den scheinbaren Durchmesser der sternartig glänzenden Kometenkerne auszumitteln, aus dem sich dann bei bekannter Entfernung der wahre berechnen läßt; ja man hat, wie bei den Asteroiden, gefunden, daß stärkere Vergrößerungen in manchen Fällen die Kerndurchmesser kleiner darstellten, als größere. Soweit uns die Rechnung Hand in Hand mit der Beobachtung führen kann, schwanken die Durchmesser der Kerne von Kometen, die zu verschiedenen Zeiten beobachtet wurden, von 10 Meilen bis, wenn hier nicht eine dichtere Photosphäre täuschte, zu 900 Meilen. — Die ungemeine Zartheit und Durchsichtigkeit der Nebelhülle, welche den Kern umgibt und mit letzterem den Kopf des Kometen bildet, ergibt sich aus der Thatsache, daß man mittelst der Fernrohre sehr kleine Sterne in unmittelbarer Nähe vom Kerne durch den Kopf des Kometen schimmern sah, obschon demselben ein Durchmesser von Tausenden von Meilen zukam. So sah Bessel 1835 am 29. September, als er den damals wiedergekehrten sogenannten schönen Halley beobachtete, nicht ganz 8″ vom Mittelpunkte des Kopfes einen Firstern zehnter Größe durch den ganzen Lichtnebelball hindurchschimmern, ohne daß das Licht dieses telescopischen Sternchens im Mindesten von seiner Bahn abgelenkt wurde. Wie außerordentlich zart muß jener leuchtende Stoff sein, der dem Lichte auf Tausende von Meilen noch Durchgang gestattet, während das einen Zoll im Durchmesser haltende Rauchwölkchen aus einer Cigarre schon das Licht eines Sternes verdüstern würde, wenn es sich zwischen letzteren und das Auge schöbe. Die Schweife der Kometen sind es eigentlich, welche ihnen ihre befremdende abenteuerliche Gestalt geben. Diese Schweife erscheinen als weit in den Weltraum hinausreichende Verlängerungen des Kopfes; ihre Richtung ist, welche Stellung auch der Komet haben mag, von der Sonne abgekehrt, als flöhe die den Schweif bildende leuchtende Materie die Nachbarschaft der Sonne. Die Länge des Schweifes bei den verschiedenen uns in Sicht gekommenen Kometen war sehr verschieden; in der Regel wird aber der Schweif eines Kometen um so länger, je näher letzterer der Sonne kommt, und verkürzt sich wieder mit seiner Entfernung von genanntem Centralkörper. Die wahre Länge dieser räthselhaften Lichtströme ist oft sehr bedeutend; so betrug sie bei dem schönen Kometen von 1811 über 20 Millionen Meilen. Die Längenrichtung

des Schweifes weicht bisweilen etwas weniges von der geraden Linie ab, welche man vom Mittelpunkte der Sonne aus durch das Centrum des Kometenkopfes zieht, und diese Abweichung wechselt dann nach oben und unten; eine Erscheinung, die aus den Gesetzen der Schwere allein noch nicht erklärt ist. Es sind auch einzelne Kometen vorgekommen, bei denen sich ein weit kürzerer, der Sonne zugewendeter, ein sogenannter Gegenschweif, nebst dem größeren von dem Centralkörper abgewendeten beobachten ließ, welche Erscheinung z. B. bei dem Kometen von 1823 beobachtet wurde. Die Begrenzungslinien der Kometenschweife sind nicht immer genau gerade, sondern öfters etwas gekrümmt, und dann ist die erhabene Seite dieser Krümmung nach der Gegend des Weltraumes hin gerichtet, nach welcher sich der Komet bewegt, so daß es scheint, als bewege er sich durch ein Widerstand leistendes Medium, was auch wirklich der Fall ist, wie weiter unten dargethan wird. Seltner sind beide Begrenzungslinien leise nach außen gebogen; ältere Beobachter wollen sie auch geschlängelt, ähnlich der Schneide eines mittelalterlichen Flammbergs, gesehen haben; indessen mag hier die Phantasie der Beobachter das ihrige gethan haben. So wie die Photosphäre der Sonne und die Atmosphären der Planeten, besonders der oberen, so erscheint auch die Photosphäre der Kometenkerne, und gleichmäßig der als Fortsetzung derselben auftretende Schweif concentrisch geschichtet, so daß öfters, wie bei dem Kometen von 1811, der letztere in seiner äußersten Schichte, wie ein über den Kopf des Kometen gezogener und weithin verlängerter Schleier sich darstellt. Die Annahme dieser Schichtung erklärt manche Erscheinung an Kometenschweifen, die sich außerdem nur schwer deuten ließe. Man hat jäh sich entwickelnde Veränderungen, ein Strahlenschießen und Zucken, ähnlich dem in unserem Nordlichte, in den Schweifen mancher Kometen beobachtet, man sah sie in einzelnen Fällen binnen sehr engen Zeitraumes sich verlängern oder verkürzen, woraus man folgern zu dürfen glaubt, daß bei der Bildung der Kometenschweife die Electrizität oder der Electromagnetismus eine bedeutende Rolle spiele, was auch sehr wahrscheinlich ist. Manche dieser allzuraschen Veränderungen würden schwer zu erklären sein, weil das Licht Zeit braucht, um aus großen Fernen zu uns zu gelangen, und die verschiedenen Punkte eines Kometenschweifes von unsrem Auge oft so verschiedene Entfernungen haben, daß wir den Verlauf einer Veränderung, auch wenn sie in einem und dem nämlichen Moment längs des ganzen Kometenschweifes erfolgte, erst nach Minuten beendigt sehen könnten, wenn wir nicht annehmen, daß manche dieser Veränderungen auf einer optischen Täuschung beruhen, welche durch Vorgänge in den obersten Schichten unserer Erdatmosphäre veranlaßt werden. — Daß die Kometen, sowie die Planeten und ihre Monde der Schwere unterthan sind, und nach den Gesetzen dieser weltdurchdringenden Urkraft um die Sonne laufen, wird von keiner Seite her einem Zweifel mehr unterstellt. Ihre Bahnen sind Ellipsen, wie die der Planeten, also krumme Linien, die in sich selbst zurückkehren, oder auch Hyperbeln, regelmäßige krumme Linien, die nicht in sich selbst wiederkehren, sondern mit jedem ihrer Aeste in's Unendliche fortlaufen. (Der Uebergang von der Ellipse zur Hyperbel ist die Parabel, eine krumme Linie, die streng genommen, nur in der Idee, aber in der Wirklichkeit so wenig als die gerade Linie existirt; es gibt nämlich unendlich

viele Ellipsen und Hyperbeln gegen eine Parabel.) Es sei hier nur von jenen Kometen die Rede, welche in geschlossenen elliptischen Bahnen um die Sonne laufen. Diese Bahnen der Kometen sind aber, wenige Ausnahmen abgerechnet, weit langgezogener, als die elliptischen Bahnen der Planeten, d. i. die Eccentrizität der Kometenbahnen ist größer, als die der Planetenbahnen. Stellt *Fig. 9* die elliptische Bahn eines Kometen dar, so befindet sich die Sonne *F* in einem der beiden Brennpunkte der Ellipse; *PA* ist die große Axe der Bahn, und ihr Mittelpunkt sei *C*; dann ist in *P* das Perihelium und in *A* das Aphelium des Kometen; *PF* ist dessen kleinste, *AF* dessen größte, und *FM* oder *FN* seine mittlere Entfernung von der Sonne, wenn man *FM* der halben großen Axe, nämlich der Linie *CP* gleich macht; endlich ist *CF* oder *Cf* die Eccentricität des Kometen. Je größer die Eccentricität, desto langgestreckter die elliptische Bahn. — Obgleich nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung die Anzahl der Kometen, welche um unsere Sonne kreisen, ungeheuer groß, eine Million überschreitend ist, so konnten doch nur die Bahnen von einigen wenigen so genau berechnet werden, daß man die Zeit ihrer periodischen Wiederkunft zur Sonnennähe mit Sicherheit vorausbestimmen konnte. Die meisten Kometen ziehen nämlich in so langgestreckten Bahnen um unsere Sonne, daß wir verhältnißmäßig eine viel zu kleine Strecke derselben kennen lernen können, als daß wir im Stande wären, aus einem so unbedeutenden Bogen die ganze Bahn zu verzeichnen; auch entfernen sich viele Kometen so weit von der Sonne, daß von Seite des Fixsternhimmels verändernde Einwirkungen auf ihre Bahn sich geltend machen werden, und jene Kometen, deren Bahnen hyperbolisch sind, kehren gar nicht mehr zur Sonne wieder, sondern schweifen hinüber in fremde Sonnengebiete. Mit Genauigkeit sind nachstehend verzeichnete Kometen berechnet worden:

1) Der Komet von Olbers, entdeckt am 6. März 1815. Nach Bessels Rechnung beträgt seine Umlaufszeit 74 Jahre näherungsweise, und seine Wiederkunft zu seinem Perihelium ist zwischen den Jahren 1887 und 1892 zu erwarten. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 18mal, und seine Eccentrizität (*CF Fig. 9*) 17mal größer, als die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne. Seine Bahn schneidet die Ecliptik, nämlich unsere Erdbahn unter einem Winkel von 44½°. Er hat seine Sonnennähe außerhalb der Erdbahn, so daß er also der Sonne nie so nahe kommt, als unsere Erde. Er zeigte sich mit starkem Lichtnebel, verwaschenem Kerne und einem Schweife, der nur ½° lang war.

2) Der Halleyische Komet oder der sogenannte schöne Halley. Seine Umlaufszeit beträgt zwischen 75 und 76 Jahren, und er zeigte sich in den Jahren 1456, 1531, 1607, 1682, 1759, 1835 und wird der kommenden Generation erst im Jahre 1910 oder 1911 wieder sichtbar werden. Dieser Komet ist im Mittel 18mal weiter von der Sonne entfernt als unsere Erde, und die Eccentrizität ist 17mal größer, als die Entfernung des letztgenannten Planeten von der Sonne. Seine Bahn durchschneidet die Ecliptik unter einem Winkel von 17° 44′. Seine Sonnennähe liegt innerhalb der Venusbahn, seine Sonnenferne aber unweit der Bahn des obersten Planeten Neptunus.

Der Bielaische Komet. Er lauft innerhalb 6¾ Jahren um unsere Sonne. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist 3½mal und

seine Eccentrizität $2\frac{2}{3}$ mal größer, als die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne. Die Neigung seiner Bahn gegen die Erdbahn beträgt 13° 13′. Seine Sonnennähe liegt nur um ein weniges innerhalb der Erdbahn, und zwar so nahe an letzterer, daß ein Zusammentreffen dieses Kometen mit unserer Erde in den Bereich der Möglichkeit gehört. Seine Sonnenferne liegt zwischen Jupiter und Saturn.

4) Der Komet von Pons und Enke, von ersterem entdeckt, von letzterem berechnet. Seine Umlaufszeit beträgt $3\frac{1}{3}$ Jahre. Seine mittlere Entfernung von der Sonne ist $2\frac{1}{4}$ und seine Eccentrizität $1\frac{1}{9}$ mal so groß, als die mittlere Entfernung unserer Erde von der Sonne. Seine Sonnennähe liegt ein wenig innerhalb der Bahn Merkurs, so daß er einmal in bedenkliche Nähe dieses Planeten kommen kann; seine Sonnenferne erreicht er zwischen den Asteroiden. Er erscheint ohne Schweif, und sein Kern hat in der sphärischen Nebelhülle eine etwas excentrische Lage nach der Seite der Sonne hin.

5) Der Komet von Faye, am 22. Nov. 1833 von Genanntem auf der Pariser Sternwarte entdeckt. Seinen Umlauf um die Sonne vollendet er in 7 Jahren und nicht ganz $3\frac{1}{2}$ Monaten. Seine Bahn, die sich dem Kreise sehr nähert, ist eingeschlossen von den Bahnen der Planeten Mars und Saturn.

Außer den Bahnen der hier aufgeführten Kometen hat man noch die Bahnen vieler anderer berechnet; da aber ihre Umlaufszeiten meistens sehr groß, und die Sichtbarkeit anderer in ihrer Sonnennähe oft an hindernde Umstände geknüpft ist, so müssen kommende Zeiten über die Uebereinstimmung dieser Rechnungen mit der Erfahrung Aufschluß geben. — So können künftige Generationen erst nach Verlauf von 3065 Erdenjahren sich wieder einmal nach dem herrlichen Kometen von 1811 umschauen, dessen Anblick für Viele von uns eine der Erinnerungsmarken an unsere frühere Lebens-Jahre ist. Der riesenhafte Komet von 1680 wird nach Enke's Rechnung nicht vor 8800 Jahren wieder in seine Sonnennähe gelangen. — Die kleinste und größte Entfernung mancher Kometen von ihrem Centralkörper, der Sonne, sind ungeheuer von einander verschieden. So war der so eben genannte Komet von 1680 im Augenblick seiner Sonnennähe nur noch um einen Sechstels-Durchmesser der Sonne von ihrem Riesenball, nämlich von dessen Oberfläche entfernt, und in welchen Tiefen des Raumes wird er jetzt wandeln, welche Entfernung von der Sonne nach den Jahrtausenden erschreiten, welche ablaufen, bevor er den sonnenfesten Punkt seiner Bahn erreicht? — Aus dem Wechsel der Entfernung folgt ein entsprechender Wechsel der Geschwindigkeit, mit welcher ein Komet in verschiedenen Punkten seiner Bahn sich bewegt. So schoß der Komet von 1680 in seiner Sonnen-Nähe binnen der Zeit, die zwischen zwei Pulsschlägen verrinnt, durch einen Raum von 53 geogr. Meilen oder 106 Wegstunden; in seiner Sonnenferne aber wird ihn sein matter Gang in dem nämlichen Zeitraume einer Sekunde nur um 10 Schuh weiter führen.

Die allerdings nicht in Abrede zu stellende Möglichkeit eines gewaltsamen Zusammentreffens irgend eines Kometen mit unserer Erde, oder eines Vorübergehens in gefahrdrohender Nähe kann für den Denkenden nicht Gegenstand der Besorgniß sein; denn erstlich ist die Wahrscheinlichkeit eines Zusammenstoßes so außerordentlich gering, daß sie nahe an Null grenzt,

und zweitens ist die Masse der Kometen so unbedeutend, bei den Meisten weit unter $1/_{5000}$ tel der Erdmasse betragend, daß ein Begegnen nicht zerstörend auf den Erdball wirken würde; obschon die Bewohner des letzteren im Momente des Anpralls durch Erderschütterungen und vulkanische Ausbrüche selbst an Orten, wo sie seit geschichtlicher Zeit nicht vorkamen, leicht Schaden nehmen dürften. Auch ein sehr nahes Vorbeikommen eines Kometen an der Erde würde höchstens Einfluß auf unsere Witterung äußern, sonst aber nicht verderblich auf die Erde wirken. Die Wahrheit des Gesagten wird unmittelbar durch Beobachtung bestätigt; der Komet von 1770 lief mitten zwischen den Trabanten des Jupiters hindurch, ohne den mindesten störenden Einfluß auf sie zu äußern. Wirklich zog die Erde bereits durch den Schweif eines Kometen, ohne daß ihre Bewohner das Mindeste davon gewahren konnten. Obschon nun von dieser Seite die Kometen keine Besorgnisse einflößen können, so sind wir doch durch die Beobachtung dieser so räthselhaften Himmelskörper über eine Thatsache aufgeklärt worden, die drohend genug für unsere Erde dasteht. — Lange hatten nämlich die Naturforscher den Raum zwischen den Planeten für leer gehalten und waren daher der Ansicht, Planeten und Kometen beschrieben ihre Bahnen widerstandslos im Weltraume, wodurch dann die Unaufhörlichkeit ihres individuellen Daseins als gesichert erschien. Das Planetensystem war ihnen das ächte ***Perpetuum mobile*** (ewig Bewegliche), mit dessen Erfindung sich so unzählige Mechaniker von jeher erfolglos gequält haben. Bewegen sich aber die Planeten oder Kometen nicht in leerem Raume, sondern in einem, wenn auch noch so geringen Widerstand leistenden Medium, so können nach unwiderlegbaren Sätzen der Bewegungslehre ihre Bahnen nicht unverändert bleiben, sondern diese Bahnen müssen nach jedem Umlaufe enger, und ihre Umlaufszeiten kürzer werden, bis sie endlich nach einer verhältnißmäßig langen Reihe von Jahrtausenden sich mit dem Centralkörper unseres Systems, der Sonne vereinigen. — Nun ist aber das Dasein eines solchen widerstehenden Mediums im Weltraume durch die Beobachtung der Kometen außer Zweifel gesetzt. Schon die Krümmung mehrerer Kometenschweife ließ ein solches widerstehendes flüssiges Wesen im Weltraume vermuthen; der Enke'sche Komet aber hat diese Vermuthung zur Gewißheit erhoben, denn wirklich hat sich seine Umlaufszeit in dem Zeitraume von 52 Jahren um fast 2 Tage verkürzt, und wenn nicht eine organische Kraft (eine ***vis medicatrix***) der Natur entgegenwirkt, so steht allen Planeten und Kometen, wie viele Millionen Jahre auch verstreichen mögen, das Schicksal bevor, durch Vereinigung mit der Sonnenstraße endlich zum jüngsten ihrer Tage zu gelangen, und zwar der Reihe nach, von Merkur anfangend bis zum letzten und obersten Planeten unseres Sonnensystemes, den bis jetzt gewiß noch keines Menschen Auge gesehen hat. Und wollen denn die Planeten ein anderes Loos für sich in Anspruch nehmen, als das, was allem Endlichen und Gewordenen geworfen ist? Die Planeten sind entstanden, also müssen sie vergehen; Stoff und die ihn belebende und begeistende Kraft bestehen ewig, aber die Formen wechseln.

Aus welcher Quelle die Kometen ihr bisweilen so lebhaftes Licht schöpfen, ist eine Frage, deren Beantwortung von Seite der Astronomen noch keineswegs vollendet genannt werden kann. Arago hat wohl durch einen eigenthümlichen physikalischen Apparat ausgemittelt, daß das Kometen-

Licht ein zurückgeworfenes (reflektirtes), dagegen Fixsternlicht ein ursprüngliches sei. Aber die Annahme, daß die Kometen in erborgtem Lichte glänzen, erklärt nicht die Erscheinungen hinreichend, welche sie unserer Beobachtung darbieten, und obschon bei manchen Kometen in ihrer Sonnennähe das von dort entlehnte Licht vorherrschend sein mag, daher dem genannten französischen Naturforscher das bezeichnete Resultat wurde, so werden wir doch nicht umhin können, mit dem entlehnten Lichte der Kometen ein zweites, nämlich ihr eigenes, zu verbinden.

§. 55.

Die Fixsterne.

Sie haben ihren Namen, wie bereits in einem der ersten §. §. angegeben wurde, von der Unveränderlichkeit ihrer gegenseitigen Stellung erhalten. Aber genauere Beobachtungen haben diese Unveränderlichkeit nicht bestätigt, sondern nachgewiesen, daß viele dieser sogenannten Fixsterne keineswegs ihre Lage gegen benachbarte unverrückt beibehalten, sondern in irgend einer fortschreitenden Bewegung begriffen sind. So wird z. B. die Bewegung des Sternes 61 im Schwane den Ort desselben in einem Zeitraume von 700 Jahren schon um einen vollen Grad, also nahe an 2 Vollmondsdurchmesser, verrücken. Daß diese Bewegung bei den Fixsternen nicht so merklich ist, wie bei den Planeten, ist nicht ein Beweis ihres langsamen Fortschreitens im Weltraume, sondern erklärt sich durch die große Entfernung derselben von uns. So scheinen uns *entfernte* Wolken kaum merklich fortzurücken, während die rasche Bewegung näherer sehr augenfällig ist. Bezüglich der scheinbaren Ortsveränderungen der Fixsterne am Firmamente können dreierlei veranlassende Ursachen auftreten, und zwar:

1) Diese Fixsterne bewegen sich wirklich durch den Weltraum, oder

2) die Fixsterne ruhen, während die Sonne sammt ihrem ganzen Gefolge von Planeten und Kometen im Raume fortschreitet, wodurch dann die Fixstern-Gruppen, nach welchen wir hinziehen, auseinander zu treten scheinen, und von den seitwärts rechts und links von unserer Bewegungsrichtung befindlichen Fix-Sternen müßten sich ebenfalls die näheren an den entfernteren zu verschieben scheinen; eine Erscheinung, die sich uns bildlich sehr deutlich zeigt, wenn wir mit einem Eisenbahnzuge durch einen Wald fahren, wo die nächsten Stämme sehr rasch an den entfernteren vorüberlaufen, oder endlich

3) sowohl unsere Sonne als auch die Fixsterne sind im Zustande der Fort-Bewegung begriffen, woraus dann nothwendig die mannigfaltigsten scheinbaren Ortsveränderungen der Fixsterne entstehen müssen.

Der letztere Fall ist der, für welchen alle neueren Beobachtungen sprechen, und es ist zu einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit erhoben worden, daß sich unser Sonnensystem gegenwärtig nach der Richtung hinbewegt, wo am Himmel das Sternbild des Herkules glänzt. Entschlummerte daher ein Astronom und wachte erst nach einigen Hunderttausenden von Jahren wieder auf, so würde er viele jener Sternbilder nicht mehr finden, die er als Jüngling kennen lernte. Auf diese eigene Bewegung unserer Sonne und der Fixsterne im Weltraume wird weiter unten unsere Betrachtung noch einmal geleitet werden.

Daß unsere Sonne zur Familie der Fixsterne gehöre, daran zweifelt Niemand mehr. Schon dem Planeten Neptun muß sie sich nur als blendendheller Stern von ungefähr 50″ scheinbarem Durchmesser darstellen; hätte aber ein Erdbürger den gewaltigen Kometen von 1680 als Reisender bestiegen, so müßte er unsere stolze Sonne längst unter dem glänzenden Chore der Fixsterne aufsuchen. Tausende und Tausende jener hellen flimmernden Punkte, welche auf dem dunkeln Blau des nächtlichen Himmels glänzen, werden Körper sein, ganz ähnlich unserer Sonne, nur durch Größe von ihr verschieden, sowie sie, in Gefolge von Planeten und Kometen zum harmonischen Reigen beflügelnd, ähnlich unseren Planeten, an deren Oberfläche fühlende Herzen schlagen und hehre Gedanken sich zum Urgrunde alles Seins emporschwingen. Aber sehr übereilt wäre die Behauptung, daß Alles, was in den Tiefen des Weltraumes, zu dessen Ergründung selbst die Loth-Leine der Phantasie zu kurz ist, glänzt, Sonnen seien, wie die, an deren Strahlen sich unsere Erde erwärmt. Dort finden wir Räthsel, zu deren Lösung unsere Sonne und ihr System durchaus den passenden Schlüssel nicht liefert; und darf uns solches Wunder nehmen? Welch erbärmliches Universum müßte es genannt werden, das der Mensch, auf niedriger Stufe geistiger Höhe unmittelbar oberhalb des Thieres stehend, durchschauen und ergründen könnte!

Die Astronomen haben sich seit lange bemüht, die wahre Entfernung der Fixsterne von unserer Erde zu bestimmen. Ein Mittel gibt es, das sehr nahe liegt, und dessen man sich bei Berechnung der Entfernung der Planeten von uns, sowie auch auf der Erdoberfläche zur Ermittlung von Distanzen irdischer Objekte bedient, nämlich die Parallaxe. — Es sei *Fig.* **10** die Linie *xy* der Saum eines entfernt liegenden Gebirges, *O* irgend ein Gegenstand des Gefildes z. B. ein Baum, längs der Linie *AB*, die gleichlaufend mit *xy* sein mag; hier bewege sich ein Beobachter. Befindet sich Letzterer im Punkte *A*, und schaut nach dem Baume in *O*, so zielt er ihn nach dem Punkte *a* des Gebirges ab, und wenn z. B. in *a* sich eine Schloßruine befindet, so scheint ihm

der Baum *O* gerade vor der Ruine *a* zu stehen. So wie er sich nun in der Linie *AB* gegen *B* hin bewegt, während er das Auge immer gegen den Baum *O* hinwendet, so scheint ihm letzterer sich links von der Ruine in *a* mehr und mehr zu entfernen, so daß er, wenn der Beobachter in *B* angelangt ist, scheinbar nach dem Punkte *b* des Bergsaumes abgerückt scheint, welchen er jetzt deckt. Nun pflegt man *AB* die Standlinie oder Basis, und den Winkel *n* die Parallaxe des Gegenstandes *O* für diese Standlinie zu nennen. Beim ersten Blick auf *Fig. 10* erkennt man, daß unter übrigens gleichem Verhältnisse die Parallaxe oder der Winkel *n* um so größer wird,

1) je größer die Standlinie *AB*,

2) je kleiner die Entfernung des Gegenstandes *O* von einem gewissen Punkte der Linie *AB*, z. B. von *A* ist;

3) je mehr sich der Gegenstand gerade über der Mitte der Standlinie *AB* befindet.

Die entgegengesetzten Verhältnisse wirken verkleinernd auf die Parallaxe.

Um die scheinbare Verrückung eines näheren Fixsternes, der dem Punkte *O* (*Fig 10*) entspricht, gegen einen entfernteren, der die Stelle der Schloßruine in *a* vertritt, zu bemerken und zu messen, steht uns eine gar ansehnliche Grundlinie *AB* zu Gebote, nämlich der Durchmesser der Erdbahn, welcher offenbar gleich ist der doppelten mittleren Entfernung der Erde von der Sonne, demnach eine Länge von über 41 Millionen Meilen hat. Ist nun die Linie *AO*, d. i. die Entfernung des Fixsternes *O* von einem Punkte der Erdbahn nicht ganz ungemein groß, so muß bei einer Standlinie von 41 Millionen Meilen die scheinbare Verrückung eines näheren Fixsternes *O* gegen einen entfernteren *a* sehr merklich sein. Es sei *Fig. 11* der Kreis um *H* die Erdbahn, *A*, *D* und *B* seien der Reihe nach 3 verschiedene Stellungen unserer Erde in dieser ihrer Bahn; *p*, *q*, *S* seien 3 in verschiedenen Entfernungen von der Sonne stehende Fixsterne, endlich *xy* sei ein Bogen des scheinbaren Himmelsgewölbes. Befindet sich die Erde im Punkte *D*, so sehen wir die genannten 3 Sterne am Firmamente in der Gruppirung *S*, *q*, *p*. Bewegt sich die Erde bis zum Punkte *A*, so geht unsere Visirlinie durch alle drei Sterne zugleich, und sie decken daher einander, scheinen nur ein einziger Stern zu sein; sowie die Erde nun über *D* hinab gegen *B* hin auf ihrer Bahn fortschreitet, fangen die 3 Sterne wieder an, nach der andern Seite von *S* hin auseinander zu treten, und bilden mit der Ankunft des Erdballes in *B* die Gruppirung *S q′ p′*, die der ersten gleich ist, aber bezüglich des Sternes *S*, der hier der Einfachheit willen an das Himmelsgewölbe selbst gesetzt wurde, eine entgegengesetzte Lage hat. Daß die

Erde ihre Stellung im Weltraume um die Linie *AB* ändert, und zwar binnen einen halben Jahres, ist gewiß; daß die Fixsterne nicht alle gleich große Entfernung von uns haben, wird Jedermann zugeben; nun fragt sich: Beobachtet man keine von dem wechselnden Stande der Erde im Weltraume abhängige Aenderungen in dem scheinbaren Abstande nahe gelegener Fixsterne? Die Antwort ist: Beinahe gar nicht; die allermeisten Fixsterne, mögen sie auch eine für diese Beobachtung sehr günstige Lage haben, mögen auch die vortrefflichsten Meßinstrumente zur Lösung einer solchen Frage angewendet werden, behalten das ganze Erdenjahr hindurch für unsere Wahrnehmung die nämliche scheinbare Entfernung von einander. In der Astronomie nennt man Parallaxe eines der näheren Himmelskörper den Sehwinkel, unter welchem, von ersterem aus gesehen, der Halbmesser unseres Erdballs, und Parallaxe eines Fixsternes den Sehwinkel, unter welchem der halbe Durchmesser der Erdbahn vom Fixsterne aus gesehen erscheint; und man hat bei einer beschränkten Anzahl von Fixsternen mit außerordentlicher Mühe wirklich eine solche Parallaxe gefunden, und daraus näherungsweise Schlüsse auf ihre Entfernung gemacht. Diese gefundenen Parallaxen sind außerordentlich klein, weit unter einer Sekunde, so daß also unsere Sonne, auch wenn ihr Durchmesser gleich dem Durchmesser der ganzen Erdbahn wäre, von den nächsten Regionen der Fixsterne aus gesehen, doch nur als ein Stern von noch keiner Sekunde scheinbarem Durchmesser sich darstellen würde. Die merklichsten Parallaxen fand man nicht immer bei den glänzendsten Fixsternen; so entdeckt man bei Sirius, dieser Zierde unseres Nacht-Himmels, keine Parallaxe, und man kann daraus seine ungeheure Entfernung, aber auch seine riesige Größe beurtheilen. Da man bei unvollkommneren Methoden einzelne Fixsternparallaxen größer fand, als in den neuesten Zeiten, so nahm man als Kleinstes der Entfernung des nächsten Fixsternes 2 Billionen Meilen an, obschon kaum ein Fixstern uns so nahe stehen dürfte. Um die Entfernung der Fixsterne zu messen, ist die geogr. Meile ein zu winziger Maßstab, man wendet dazu die Sonnenferne d. i. den Halbmesser unserer Erdbahn an. Ein noch größeres Maß gewährt die Zeit, die das Licht braucht, um sich von einem Fixsterne bis in unser Auge fortzupflanzen. Dasselbe legt nämlich in jeder Sekunde einen Weg von etwas über 41000 geogr. Meilen zurück, und durcheilt eine Sonnenferne schon in etwas mehr als 8 Minuten, und dennoch braucht es nach Herschels Schätzung über 600,000 Jahre, um von den fernsten Gegenständen, deren Beobachtung sein 40füßiges Spiegelteleskop noch möglich machte, bis zu uns zu gelangen, so daß wir also, wenn in solchen Fernen sich noch ein Stern unseren Augen zeigt, durchaus nicht behaupten können, daß er in gegenwärtigem Augenblicke noch da ist, indem er möglicher Weise schon vor vielen

Jahrtausenden der Zerstörung unterlag. Ebenso können sich neue Sterne schon längst an Stellen des Firmamentes gebildet haben, die wir noch in Nacht gehüllt sehen, und diese werden erst unseren späten Nachkommen sichtbar werden, weil der von ihnen ausgehende Lichtstrahl unser Auge noch nicht erreicht hat. Gewiß ist, daß keine Veränderung, die wir am Fixsternhimmel beobachten, der Gegenwart angehört, sondern einer näher oder entfernter liegenden Vergangenheit.

Auch die Messung der scheinbaren Durchmesser der Fixsterne unterliegt großen Schwierigkeiten. Die blendende Helligkeit ihrer Scheibchen läßt letztere täuschender Weise größer erscheinen, als es ohne diese Lichtstärke der Fall sein würde. Alle gemess'nen Durchmesser betragen viel weniger als eine Bogensekunde. So fand Herschel *I.* den Durchmesser des Sternes Wega in der Leyer, dem einer der größten scheinbaren Durchmesser zukommt zu $^{35}/_{100}$'', den des Aldebarans im Stier $^{13}/_{100}$; dieser Beobachter gesteht jedoch zu, daß diese Durchmesser in Wirklichkeit weit kleiner sind. Dennoch, wie bescheiden wir auch in der Schätzung der scheinbaren Durchmesser sein mögen, finden wir uns doch zur Vermuthung gemüßigt, daß unsere Sonne zu den kleineren Fixsternen gehöre. Gesetzt, Sirius hätte $^{1}/_{50}$ einer Sekunde Parallaxe, obschon die Beobachtung keine gab, so betrüge seine Entfernung von uns schon über 10 Millionen Sonnenfernen; setzt man aber dann seinen scheinbaren Durchmesser nur dem tausendsten Theile einer Sekunde gleich, so ergibt sich sein wahrer Durchmesser schon 5mal, und sein Rauminhalt 125mal größer, als der der Sonne. Ist aber seine Parallaxe kleiner und sein scheinbarer Durchmesser größer, was beides sehr wahrscheinlich ist, so steigt in gedoppeltem Verhältnisse seine wahre Größe.

Eine sehr aufschlußreiche Erscheinung am Fixsternhimmel sind die Doppel-Sterne, deren wahre Natur erst durch die neuesten Beobachtungen und Forschungen nähere Ermittlung fand. Ihre Anzahl ist sehr groß, man zählte um das Jahr 1837 bereits 2800. In diese Klasse gehören auch die dreifachen und mehrfachen Sterne. Ihre gegenseitige scheinbare Entfernung beträgt wenige Sekunden, oft nur Bruchtheile von Sekunden. Da viele von ihnen durch Sterne von meßbaren Scheibchen gebildet werden, so gibt man auch ihre Entfernung in Durchmessern des einen von beiden an; und es kommen welche vor, deren Scheibchen sich beinahe berühren. Viele dieser Doppelsterne leuchten im Gesichtsfelde des Telescops mit den schönsten Farben: Hochgelb, grün, purpur, blau, und zwar in der Art, daß nicht beide die nämliche Farbe zeigen, sondern wenn der eine smaragdgrün leuchtet, der andere in der rothen Farbe prangt. Diese Doppelsterne bewegen sich um einen zwischen ihnen liegenden gemeinschaftlichen Schwerpunkt, und die Zeit, die ein solcher Umlauf dauert, steigt von 43 Jahren bis

Jahrhunderten, ja Jahrtausenden. Die Eigenschaft der Duplicität kommt theils Sternen zu, welche wir mit blosen Augen als einfache sehen, so sind z. B. Castor in den Zwillingen, der Polarstern im kleinen Bären und andere Doppelsterne, theils solchen, die nur durch Telescope gesehen werden können. Manche Doppelsterne scheinen sich an Größe und Glanz gleich zu kommen, z. B. die beiden Sterne im Kastor, der Stern γ im Widder, u. a. — Häufig jedoch ist der eine von beiden Sternen weit kleiner als der andere, und bildet eine Art von selbstleuchtendem Trabanten um den zweiten, wie z. B. im Polarstern; es kommen aber auch Fälle ausnahmsweise vor, wo der Schwerpunkt, um welchen das Sternenpaar sich schwingt, näher am kleineren zu liegen scheint.

Nicht alle Fixsterne leuchten zu allen Zeiten mit gleicher Lichtstärke; es gibt welche, die periodisch regelmäßig an Glanz zu- und abnehmen, wie z. B. Algol im Medusenhaupt des Sternbildes Perseus; andere nehmen stätig an Licht ab oder zu; so waren ehemals alle die 7 Sterne im großen Bären, die den im Volke sogenannten Heerwagen bilden, gleicher Größe, jetzt hat sich einer davon (Dubhe) von der zweiten bis zur dritten Größe verdüstert. Man erklärt die periodischen Lichtveränderungen durch Axendrehung bei verschiedener Lichtausströmung verschiedener Theile ihrer Oberfläche, die dauernden durch totale in der Photosphäre jener Sonnen vorgehende Veränderungen.

Um bisher aufgeführte und andere sogleich zu erwähnende Gebilde am Fixsternhimmel ihren Erscheinungsweisen nach deuten zu können, müssen vor allen die auf Gründen hoher Wahrscheinlichkeit ruhenden Behauptungen aufgestellt werden:

1) Was wir von den Fixsternen, diesen unsrer Sonne ähnlichen oder verwandten Körpern sehen, ist nicht ihr eigentlicher fester planetarischer Kern, sondern ihre Lichthülle oder Photosphäre und ihre Erscheinungsweise reiht sich hier an die der Sonne, der obern Planeten von Jupiter an, besonders aber der Kometen.

2) Die Höhe dieser Photosphären kann im verschiedensten Verhältnisse zum Durchmesser des planetarischen Kernes stehen.

3) Es können Fälle vorkommen, wo der Durchmesser dieser Photosphäre ungeheuer vielmal größer ist, als der des Kernes, wie bei den Kometen, denn der Kern muß als das Erzeugte, die Photosphäre als das Erzeugende betrachtet werden.

4) Je ausgedehnter im Vergleiche mit der Größe des Kernes die Photosphäre ist, desto matter die Leuchtung des Fixsternes in Zusammenstellung mit seinem scheinbaren Durchmesser.

5) Es können sphärische Massen selbstleuchtenden Stoffes vorkommen, die sich zwar nach Innen bereits verdichtet haben, in welchen es aber noch zu keiner Kernbildung gekommen ist.

§. 56.

Planetensysteme in ihrem Werden.

Nichts im Universum ist fertig und vollendet und unveränderlich, als sein ewiger Urgrund.

Unter den obigen Annahmen wird der merkliche Durchmesser, das scheibenartige Erscheinen mancher Doppelsterne kein Räthsel mehr sein; wir sehen nicht ihre festen Körper, sondern nur ihre gewaltigen Umhüllungen von leuchtendem Dunst, deren Ränder sich berühren können, obschon die Kerne dieser Photosphären noch Tausende von Millionen Meilen von einander entfernt sein mögen. Auch ist hiedurch die verhältnißmäßig große Umlaufszeit der meisten Doppelsterne erklärlich, die ungeheuer viel kleiner sein müßte, wenn sich feste Körper von solcher Größe, wie Doppelsternen gemäß ihres erscheinenden Durchmessers zuzukommen scheint, um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt schwingen würden, und es enthält keinen Widerspruch mehr gegen ein allgemeines Gesetz der Schwerkraft, wenn wir in einzelnen Fällen beobachten, daß jener Schwerpunkt näher am scheinbar kleineren Doppelsterne liegt; letzterer hat nämlich wirklich den massenhafteren Kern, aber der andere ist von einer ausgedehnteren Photosphäre umhüllt, und erscheint daher größer.

Eine andere merkwürdige Erscheinung am Sternenhimmel sind die sogenannten planetarischen Nebel; planetenartig glänzende Scheiben von meßbarem Durchmesser, meistens von kreisrunder Begrenzung. Der wahre Rauminhalt mancher ist groß genug, daß unser Planetensystem bis zum Uranus Platz innerhalb derselben fände, so daß, wenn man annehmen wollte, sie bestünden aus fester oder tropfbar flüssiger Masse, sie gewaltige Störungen durch ihre Schwerewirkung am Fixsternhimmel hervorbringen müßten, und wir werden also, da dieß der Fall nicht ist, zur Annahme berechtigt, daß diese planetarischen Nebel Photosphären sind, in welchen Kernbildungen noch nicht weit vorgeschritten sind, chaotische Massen von leuchtendem Urstoffe, aus welchem sich vielleicht erst nach Millionen von Jahren ein oder mehrere Planetensysteme herausbilden werden.

Sternhaufen, nämlich zusammengedrängte Gruppen einer großen Menge telescopischer Sterne von häufig gleicher scheinbarer Größe, sind ein fernerer Gegenstand der Beobachtung. Dem blosen Auge erscheinen manche wie kleine

lichte Wölkchen; andere gewähren auch durch weniger vollkommene Instrumente diesen Anblick und können nur durch stärkere telescopische Vergrößerungen in Sterne aufgelöst werden. Ein uns zunächst befindlicher Sternhaufe sind die Pleiaden im Stier, vom Volke Gluckhenne genannt.

Verwandt mit den Sternhaufen scheinen sehr viele von den tausenden von Nebelflecken zu sein, welche durch Telescope am Firsternhimmel beobachtet wurden, deren eine große Anzahl sich durch die stärksten Vergrößerungsmittel ganz oder zum Theil in Sterne auflösen lassen, während andere allen optischen Mitteln widerstehen und immer nur als schimmernder Nebel sich im Gesichtsfelde der Instrumente zeigen, wie z. B. der in heiteren Nächten dem blosen Auge sichtbare Nebel am Gürtel der Andromeda. Die Gestalt dieser Nebelflecke, um deren Auffindung und Ortsbestimmung besonders die beiden Herschel, Vater und Sohn, große Verdienste sich erwarben, ist äußerst mannigfaltig, räthselhaft, bisweilen an's Abenteuerliche grenzend. Man findet sphärische, elliptische, cometenförmige, fächerartig ausgebreitete, ringförmige Nebelflecken; einige leuchten in eigenthümlicher Färbung. Eine ringförmige Ablagerung dieser Gebilde findet sich in Form eines größten Kreises, der die Milchstraße fast rechtwinklich schneidet und durch die Polgegenden des Firmamentes geht. Zu diesen Nebelflecken gehören die Kapwolken am Südhimmel, die sich für unsere Breiten nicht über den Horizont erheben.

Unsere Milchstraße scheint ein ringförmiger Nebelfleck zu sein, dem unsere Sonne nebst allen mit blosen Augen für uns sichtbaren Firsternen angehört; also eine Sterngruppe mit einem Nebelring, ein Gebilde, dessen Copie am Himmel beobachtet wurde, so wenigstens müßte sich unsere Milchstraße darstellen, wenn sie von einer großen Ferne mit bewaffnetem Auge betrachtet würde. Die Anzahl der Sterne in der Milchstraße ist mit möglichster Genauigkeit auf 18 Millionen bestimmt worden, während nicht mehr als 8000 Sterne mit blosem Auge am ganzen Himmelsgewölbe wahrgenommen werden können.

Ueber den ganzen Himmel ist eine Art von leise dämmerndem Lichtnebel ergossen, aus welchem auch viele der nicht auflösbaren Nebelflecken gebildet sein mögen, und der auch die Umhüllung der sogenannten Nebelsterne bildet. Es gibt aber einzelne Stellen am Himmel, z. B. im Scorpion, am Südpol die sogenannten Kohlensäcke, wo dieser Lichtnebelschleier zerrissen erscheint, so zu sagen Oeffnungen oder Löcher hat, die vollkommen sternenleer sind, und welche eine Ausschau offen lassen in die Tiefen des Raumes, in andere Regionen des Universums, aus welchen kein Lichtstrahl mehr zu uns herüber dringen kann, weil der Weltraum keine vollkommene Leere, also nicht vollkommen durchsichtig ist.

§. 57.

Die Central-Sonne und der gemeinsame Schwerpunkt.

Wenn eine freibewegliche Kugel einen Stoß erhält, dessen Richtung genau durch den Mittelpunkt derselben geht, so erlangt sie eine fortschreitende Bewegung, ohne sich um ihre Axe zu drehen. Geschieht aber der Stoß in einer Richtung, die verlängert, das Centrum der Kugel nicht trifft, so wird die Kugel gleichfalls in eine fortschreitende Bewegung versetzt, aber mit derselben vergesellschaftet sich noch eine zweite Bewegung, die rotirende, die Bewegung um eine Axe; und umgekehrt, wenn einer freibeweglichen Kugel Rotation zukommt, so muß der Stoß, wodurch ihr diese Art der Bewegung wurde, bezüglich seiner Richtung die Kugel nicht central angegriffen haben. Da aber kein Stoß gegen eine freibewegliche Kugel geschehen kann, ohne ihr eine fortschreitende Bewegung zu geben, so ist gewiß, daß eine freibewegliche rotirende Kugel auch eine fortschreitende (progressive) Bewegung haben muß. Den Naturgesetzen ist es gleichgültig, ob der Durchmesser einer beweglichen Kugel eine Haardicke oder tausende von Meilen beträgt. Daß die Sonne unseres Planetensystems eine axendrehende Bewegung hat, ist Thatsache; es kommt ihr mithin auch eine fortschreitende Bewegung zu, welche sie in Folge des Stoßes erhalten hat, dem sie ihre rotirende Bewegung verdankt. Dieser aus der Theorie geschöpfte Schluß wird, wie weiter oben angegeben wurde, durch Beobachtungen bestätigt. Daß unserer Sonne sammt ihrem Gefolge eine Progressiv-Bewegung zukomme, ist demnach außer Zweifel gesetzt, und es kann jetzt die Frage gestellt werden, ob die Richtung dieser Bewegung geradlinig sei, oder ob sich die Sonne in einer krummen Linie durch den Weltraum bewege. Alle Planeten, Trabanten und Kometen unseres Sonnensystemes bewegen sich in krummen Linien, alle jene Doppelsterne, deren Bewegung um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt beobachtet wurde, beschreiben krumme Linien, selbst der Lichtstrahl, so sehr der geradlinigen Bewegung zustrebend, beschreibt während seines Durchgangs durch unsere Atmosphäre eine gekrümmte Linie; die sich bewegende Sonne wird nicht ausnahmsweise geradlinig, sondern in einer krummen Bahn im Weltraume fortschreiten. Sowie der Planet Neptun sich um unsere Sonne, so bewegt sich unsere Sonne um einen anderen Körper oder Schwerpunkt vermittelst der vereinten Wirkung des durch unbekannte Kraft erhaltenen uranfänglichen Stoßes und der alldurchdringenden Schwere, in einer höchst wahrscheinlich elliptischen Bahn. Diese Bewegung der Sonne kann nicht sehr träge sein, gewiß aber weit rascher, als die Bewegung des Stäubchens, Erde genannt, in seiner engen Bahn. Um die eigene Bewegung unserer Sonne und der Fixsterne zu erklären, haben viele Astronomen eine

sogenannte Central-Sonne angenommen, und bald diesen, bald jenen Stern, bald diese bald jene Sterngruppe als solchen Umlauf veranlassend bezeichnet. Sirius, Arkturus, die Pleiaden und andere Kinder des Chaos wurden der Reihe nach zu dem Range von Lenkern dieser Sonnenbewegung erhoben. Ja einige Astronomen machten es sich so bequem, zu behaupten, die anziehende Kraft der Central-Sonne sei so groß, daß ihre Riesenwucht selbst dem flüchtigen reiselustigen Lichte den Paß in's Ausland versage, weßhalb wir sie angeblich gar nicht sehen könnten. Sehr wahrscheinlich bewegt sich unsere Sonne nicht um eine andere größere massenreichere Sonne, sondern sie mit tausend anderen selbstleuchtenden kosmischen Körpern schwingt sich um einen allen gemeinsamen Schwerpunkt, der innerhalb des Sternhaufens liegt, welcher den Kern des Ringnebels unserer Milchstraße bildet. Ueber die Richtung und Geschwindigkeit unserer Sonnenbewegung werden erst Jahrtausende Aufschluß geben, und die Elemente ihrer Bahn berechnet das Menschengeschlecht vielleicht erst nach Millionen von Jahren.

Fünfter Abschnitt.

Von der Gestalt und Größe der Erde, der mathematischen Eintheilung derselben.

§. 58.

Meinungen der Alten von der Gestalt der Erde.

In den ältesten Zeiten hielten die Menschen unsere Erde, diesen Schauplatz unserer diesseitigen Wünsche und Strebungen, für eine tellerförmige Scheibe (*orbis terrarum*), die von Bergen und Thälern durchschnitten, rings umher bis an den sogenannten Himmel ausgedehnt wäre. Andere gaben ihr die Gestalt eines Kegels, Cylinders oder selbst eines Bootes, das, einem Schiffe gleich, im Meere schwimme.*) Die Anhänger der letzteren Ansicht ließen also

*) Jene Volksstämme, welche auf Inseln oder Halbinseln wohnten, konnten in ihren kindlichen Zuständen allgemeiner Heranbildung kaum eine andere Ueberzeugung von den Verhältnissen der Erde schöpfen, als gerade diese. Wohin sie auch ihre Schritte wenden mochten, immer war das Ende ihrer Wanderung und Forschung — das Meer, der erdumgürtende Ocean, und kein Vergleich konnte diesen jugendlichen Völkern näher liegen, als der der Erde mit einem ihrer gleichfalls von dem geheimnißvollen grenzenlosen Meere umfangenen Fahrzeuge.

die Erde auf dem Meere ruhen, sowie sie nach der Vorstellung der Braminen von großen Elephanten getragen, und nach der Meinung der alten Hebräer durch sieben Säulen unterstützt wurde. — Allein auf welcher Grundlage, läßt sich fragen, stehen die Elephanten, stehen die Säulen? — —*) Diese sonderbaren Vorstellungsweisen rühren theils daher, weil die Alten wenig von der Erdoberfläche kannten (man sehe die homerische Welt-Charte von Voß), theils daher, weil sie zu rücksichtslos den sinnlichen Eindrücken folgten. Zwar fanden sich unter ihnen auch Denker, wie Thales, Pythagoras, Anaximander, Aristoteles, welche eine kugelförmige Gestalt der Erde annahmen. Doch fand diese Meinung wenig Beifall,**) indem Männer vom ersten Range z. B. Plutarch sie verwarfen. So erklärt Lactantius, der im vierten Jahrhunderte nach Christi Geburt lebte, es für einen verlachenswerthen Irrthum, daß es Menschen geben solle, deren Fußstapfen über unseren Köpfen wären; Gegenden, wo Alles, was bei uns aufrecht stünde, hinabhinge, wo die Bäume unterwärts wüchsen, und Regen und Schnee von unten nach oben fielen. Virgilius, Bischof zu Salzburg, verlor für den Frevel, daß er Gegenfüßler annahm, auf Befehl des Papstes Zacharias seine Würde und Einkünfte.

§. 53.

Gründe für die kugelförmige Gestalt der Erde.

I.

Hätte die Erde nicht eine in sich selbst nach allen Richtungen zusammenlaufende krumme Oberfläche, so müßte doch irgendwo eine Gegend zu finden sein, wo sie, so zu sagen, aufhörte; diese hat man aber nirgends gefunden. Vielmehr sind Reisende, die entweder von Westen nach Osten, oder von Osten

*) Die Braminen, deren Heimath ein Klima war, dessen üppige Vegetation Elephanten nährt, wo letztere Thiere als Lastträger benutzt wurden, fanden diese Auskunft über die Frage, was die Wucht der Erde hielte, wohl natürlich und abfertigend genug; der Grönländer, wenn er über das nämliche Räthsel nachdenkt, wird wohl einen seiner heimischen Wallfische statt des Elephanten substituiren; und die Kinder Israels, aus Aegypten, dem Lande der riesenhaftesten Baudenkmale und ihrer gewaltigen Trage-Säulen herübergezogen, konnten, um den Niedersturz der Erdwucht zu verhüten, wohl kein näherliegendes Mittel finden, als eine nachhaltige Unterstützung durch Säulen.

**) Es ist eine eben so wahre als trübe Thatsache, daß Wahrheit nur da Anklang finde, nur da nicht verlacht oder verfolgt werde, wo sie den an Kindesstatt angenommenen Lieblingsmeinungen schmeichelt oder ihnen mindestens nicht widerspricht; außerdem ist sie immer ein Gegenstand des Hasses und der Anfeindung, nur am Herde Einzelner eine schützende Zuflucht findend.

nach Westen ihren Weg einschlugen und ihre Reise immer nach derselben Richtung fortsetzten, ohne sich rückwärts zu wenden, von der entgegengesetzten Seite wieder an dem Orte eingetroffen, von welchem aus sie ihre Reise begonnen hatten. Diese Reisen wurden zwar gewöhnlich von Ost gen West unternommen, jedoch gingen auch Cook und andere Seefahrer so weit gen Nord und Süd, als es das Polar-Eis erlaubte. Diese bezeugen:

a) daß sie auf ihren Reisen (auf dem Meere) rund um sich her sehen konnten, ohne irgendwo eine Ecke wahrzunehmen, was nur an der Oberfläche eines kugelförmigen oder kugelähnlichen Körpers möglich ist;

b) daß sie allenthalben die Spitzen der Thürme oder Berge, wenn sie sich dem Lande näherten, oder auf dem Meere die Spitze der Klippen oder der Mastbäume anderer Schiffe früher, als den unteren Theil derselben wahrnahmen.

Aus beiden Erscheinungen läßt sich schließen, daß die Erde gegen Osten und Westen, sowie auch gen Norden und Süden gekrümmt sei, wie *Fig. 1—2 T. II* noch mehr veranschaulichen wird.

Wo man sich auch auf der Ebene *OQ* (*Fig. 1. T. II*) befinden mag, weit oder fern von dem Gegenstande *MN*, so wird man doch seinen höchsten Punkt *M* und seinen tiefsten *N* zugleich sehen.

Ganz anders verhält sich aber die Sache auf der gekrümmten Oberfläche eines kugelartigen Körpers, von welchem ein Durchschnitt in *Fig. 2* dargestellt ist. Befindet sich nämlich ein Beobachter im Punkte *A*, so wird er auch nicht einmal die oberste Mastspitze *E* des Fahrzeuges in *D* erblicken können, weil die dahin gezogene Sehlinie *AE* den undurchsichtigen Körper *K* schneidet, welchem die gekrümmte Fläche *DBA Fig. 2 Tab. II.* angehört; rückt der Beobachter von *A* nach *B*, so kann er wohl die äußerste Mastspitze *E*, nicht aber den Rumpf des Schiffes sehen, weil wieder die Sehlinie von *B* nach demselben hingezogen, den undurchsichtigen Körper trifft; erst zwischen den Punkten *B* und *D* beginnen tiefere Theile des Mastes und zuletzt auch der Rumpf ihm sichtbar zu werden.

II.

Wäre die Erdoberfläche eine Ebene, so müßte die Sonne in allen Gegenden zugleich auf- und untergehen. Allein es ist bekannt, daß immer nur die eine Hälfte der Erde erleuchtet und die andere dunkel ist. Wenn die Sonne uns erscheint, so geht sie anderwärts unter; wenn sie bei uns untergeht, so geht sie in anderen Gegenden auf. Da sie dem Scheine nach von Osten gegen Westen

fortrückt, so wird der östlicher liegende Ort sie eher, der westlicher liegende sie später erblicken und zwar, da sie innerhalb 24 Stunden ihren scheinbaren Lauf um die Erde gleichförmig zurücklegt, so wird sie in einer Stunde 15 Grade vorrücken; denn wenn man die Sonnenbahn zu 360° annimmt, so gibt 360, dividirt durch 24, den Quotus 15. Liegt also der Ort *A* (*Fig. 4 Tab. II*) 15° östlicher als *B*, so wird in *A* um eine Stunde früher Aufgang, Mittag und Untergang sein, als in *B*. Umgekehrt: Liegt der Ort *C* 15° westlicher als *B*, so wird in *C* die Sonne um eine Stunde später aufgehen, culminiren und untergehen, als in *B*. — Wenn daher Jemand eine Seereise um die Erde von Osten nach Westen macht, so wird ihm, so oft er 15° weiter gegangen ist, die Sonne um eine Stunde später aufgehen (oder den Meridian schneiden). Kömmt er also von der Ostfeite her nach Haus d. h. hat er den ganzen Kreis von 360° durchlaufen, so werden ihm 24 Stunden fehlen. Er wird z. B. den ersten Januar schreiben, wenn seine zu Haus gebliebenen Landsleute schon den zweiten zählen. Umgekehrt ist das Verhältniß, wenn er von Westen nach Osten die Rundreise um die Erdkugel macht. Er wird scheinbar einen Tag gewinnen, und nach zurückgelegter Rundreise am Tage seiner Ankunft in dem Orte, von welchem er ausgegangen, z. B. den zweiten Januar zählen, während seine Landsleute den Neujahrstag feiern.

Zusatz. Diese dem jugendlichen Leser bei flüchtigem Blicke etwas räthselhafte Sache läßt sich auch veranschaulichen, wie folgt:

Gesetzt, unser Wanderer gehe von *A* aus und rücke 15° westwärts bis *B* vor, so wird, wenn in *B* Mittag ist, d. i. wenn daselbst die Sonne ihren höchsten Stand am Himmelsgewölbe erreicht hat, in seiner in *A*, um 15° östlicher gelegenen Heimath der Augenblick des Mittags schon um eine ganze Stunde vorüber sein, und seine Uhr, die er in *A* gerichtet hatte, wird also in *B* schon 1 Uhr zeigen, wenn man daselbst Mittag hat, also 12 Uhr zählt. Gedenkt er nun dieses Verhältnisses nicht, so glaubt er, seine Uhr sei vorgeeilt und richtet sie von 1 auf 12 Uhr, also eine Stunde zurück. So lange er sich nun in *B* aufhält, behält seine Uhr richtigen Gang. Reist er aber von *B* wieder um 15° westlicher nach *C*, so wiederholt sich bezüglich des Ganges seiner Uhr der nämliche Uebelstand. Die Bewohner des Ortes *C* haben nämlich 12 Uhr, wenn die in *B* bereits 1 zählen; da nun der Reisende seine Uhr in *B* gerichtet hat, so geht sie für *C* und nach den dasigen Uhren wieder um eine Stunde zu frühe, und der Reisende sieht sich gemüßigt, seinen Zeitmesser abermals um 1 Stunde zurückzurichten. Dieß ist jetzt schon zweimal nothwendig geworden, und seine Uhr geht daher jetzt für *C* zwar richtig, d. i. mit den dasigen Uhren übereinstimmend, aber für *B* um eine und für *A* um 2 Stunden zu spät. Ist er auf diese Weise, immer seine Uhr zurückrichtend, bis nach *G*, also um einen Quadranten westlich gekommen, so geht dieselbe gegen die Uhr in *A* bereits um 6 Stunden d. i. um einen Viertels-Tag, und rückt er immer in der Richtung westwärts fort, bis er wieder in *A* anlangt, so

geht daselbst seine Uhr um einen ganzen Tag zu spät. Er selbst hat also eigentlich zu reden keineswegs einen Tag verloren, sondern er hat nur seine Uhr allmälig um einen Tag zurückgerichtet, damit sie überall, wohin er kam, mit den dortigen Uhren Zeit einhielt, und hierin liegt das scheinbare Räthsel, als sei der Weg um den Erdball von Osten nach Westen nicht eben so weit, als der von Westen nach Osten.

III.

Es ist eine allgemeine Erfahrung, daß man bei einer Reise von Norden nach Süden, z. B. von Schweden nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung die nördlichen Gestirne, z. B. den großen und kleinen Bären, den Drachen, die Leier u. a. immer tiefer d. i. näher am Horizonte erblickt und sie zuletzt gar nicht wahrnimmt, während dem am südlichen Himmel andere Sternbilder z. B. das strahlende Kreuz zum Vorschein kommen. Dieß läßt sich nur dadurch erklären, daß die Erde von Norden nach Süden und umgekehrt gekrümmt ist.

Ist ***P p*** (*Fig. 5 Tab. II*) die Umdrehungsaxe des Erdballs, ***P*** der Nord- und ***p*** der Südpol desselben, so werden bei einer Reise von ***A*** nach ***B***, also von Nord gegen Süd zuerst die nördlichen Sterne ***S***, ***s***, noch nicht aber die südlichen ***R***, ***r***, dann aber gegen ***B*** hin die südlichen Sterne ***R***, ***r***, nimmer aber die nördlichen ***S***, ***s***, gesehen werden, während die Erde sich um ihre Axe ***P p*** dreht, und die Sterne ***S*** und ***R*** (die unverhältnißmäßig nahe gezeichnet werden mußten) für diese Axenstellung ihre Polarsterne sind.

IV.

Der Schatten, den die Erde bei Mondsfinsternissen wirft, ist immer kreisrund *) begrenzt, die Erde mag von welcher Seite immer gegen den Mond gekehrt sein. Nun aber kann nur eine Kugel, welche beleuchtet ist, in jeder Lage einen kreisrunden Schatten werfen; die Erde hat also eine kugelförmige Gestalt.

V.

Die Kraft, die den Wassertropfen bildet, welcher aus der Wolke niederfällt, war es, wie jede Beobachtung, wie alles vergleichende Nachdenken lehrt, die auch bei der Bildung unseres ehemals flüssigen Erdballs thätig sich bewies. Seine ungeheuere Masse, als tropfbar Flüssiges mußte bei Entstehung unseres Planeten eine kugelförmige oder doch kugelähnliche Gestalt naturnothwendig annehmen.

---

*) Wenn bezüglich der Erde die Worte Kreis und Kugel gebraucht werden, so sind diese Ausdrücke immer nur sehr näherungsweise gemeint.

Wir bemerken, daß überall an der Erde eine mächtige, ihrem Grundwesen nach unerforschliche Kraft unaufhörlich und gleichförmig alle festen und flüssigen Theile senkrecht gegen ihre Oberfläche fallen macht, oder sie zum Mittelpunkte drängt. Die Theile des Erdkörpers konnten bei seiner Bildung nicht eher zur Ruhe oder ins Gleichgewicht kommen, als bis sie nach allen Seiten des Mittelpunkts hin sich in ihren correspondirenden Schichten gleichweit von demselben abgelagert hatten, welchem Naturgesetze die Erde ihre Kugelgestalt verdankt. Diese bei Bildung des Erdballes thätig gewesene Kraft nennen wir im Allgemeinen Gravitation, bei der Erde Schwere oder Anziehungskraft gegen den Mittelpunkt derselben. Ihre mächtige Wirkung bildet jeden Wassertropfen und gestaltete auch einst den Erdball. — Ferner sehen wir, daß alle, nämlich die dichteren Himmelskörper eine runde oder Kugelgestalt haben; bezüglich der Sonne und des Mondes lehrt dieß der erste Blick mit freiem Auge; bezüglich der Planeten und ihrer Trabanten geben die Fernrohre bestätigenden Aufschluß.

Einwurf.

Es liegt in der Idee der Kugel, daß alle Punkte ihrer Oberfläche gleichweit von ihrem Centrum entfernt sind; nun zeigt aber die Oberfläche der Erde ungeheure Unebenheiten, Berge und Thäler; die Erde kann also keine Kugel sein.

Antwort.

Diese Erhöhungen und Vertiefungen, wie ungeheuer sie uns in unmittelbarer Nähe auch vorkommen mögen, sind im Vergleiche zur Größe des ganzen Erdballs kaum in Betracht zu ziehen. Setzt man hier, da es bei einer Schätzungsrechnung auf wenige Einheiten nicht ankommt, die Erhebung des höchsten Gebirges der Erde über die Meeresfläche zu einer deutschen Meile an, so beträgt sie $^1/_{1716}$tel des Durchmessers unseres Erdballs. Denkt man sich nun den letzteren in ein Modell von 1 Schuh Durchmesser zusammengezogen, so beträgt die erwähnte Gebirgshöhe auf dieser Modellkugel nur den 1716ten Theil eines Werkschuhes, den wir in 12 Zoll, und weiter den Zoll in 12 Linien getheilt annehmen wollen, so daß der Schuh gleichzusetzen ist 12×12 d. i. 144 Linien. Aus diesen Annahmen ergibt sich nun, daß die Höhe des ragendsten Gebirges an der Oberfläche erwähnter Modellkugel nicht mehr als $^{144}/_{1716}$tel Linien, also ungefähr den 12ten Theil einer Linie zwölftheiligen Maßes beträgt, welches gerade der Durchmesser eines sehr feinen Pünktchens ist, das man mittelst einer feinen Nadel stechen kann. Auf gleiche Weise berechnet sich, daß ein Sandkorn von der Dicke einer halben Linie zu einer Kugel von ungefähr 30 Fuß im Umfange gerade in dem Verhältnisse stehe, in welchem die höchsten Berge zur Erde stehen.

Nun aber wird Niemand sagen, eine Kugel von 30 Fuß im Umfange höre auf, eine Kugel zu sein, wenn einige Sandkörner an derselben kleben.

Zusatz. Da dem Monde ein Meer fehlt, welches die Vertiefungen desselben ausfüllt, so zeigt sich seine Oberfläche in Vergleich zu seinem Durchmesser bei weitem unebener, als die Oberfläche unserer Erde, wobei wir auf die im ersten Theile aufgeführten Beobachtungen der Oberfläche dieses Satelliten Bezug nehmen. Dennoch erscheint uns der Vollmond, mit freiem Auge gesehen, am schwarzblauen Nachthimmel als eine auf das Zarteste kreisrund begrenzte leuchtende Scheibe, und würde uns auch dann noch als solche erscheinen, wenn seine Entfernung von uns zwanzigmal geringer wäre. Nur bei einer 50 bis 80 maligen Vergrößerung fangen seine Randgebirge an, sich dem Beobachter augenfällig zu machen. Und dennoch würden, könnte man ihn bei solcher Vergrößerung auf einmal ganz übersehen, diese Emporragungen dem Eindrucke der Kreisform keinen Abtrag thun.

§. 60.

Die Erde ist an den beiden Polen eingedrückt.

I.

Dem scharfsinnigen Newton gab die tägliche Bewegung der Erde um ihre Axe Anlaß, den Erdkörper für keine vollkommen geometrische, sondern für eine an den beiden Polen etwas eingedrückte oder abgeplattete Kugel zu halten. — Denn so wie man schon an einer Schleuder sieht, mit welcher Gewalt sich ein in dieselbe gelegter Stein vom Mittelpunkte, um den er sich schnell drehen soll, zu entfernen und die Schleuder selbst auszudehnen sucht, so äußern auch die Theile der Erde, die um den Aequator herumliegen und bei dem Axenschwung die schnellste Bewegung haben, das Streben, sich von ihrem Mittelpunkte, wie der Stein von der Schleuder, zu entfernen. Daher mußten die bei der Bildung der Erde noch im flüssigen Zustande befindlichen Theile bei dem ersten Axenumschwung sich unter dem Aequator mehr ausdehnen und erheben, d. i. sich vom Mittelpunkte entfernen und, um das Gleichgewicht herzustellen, ein Zuströmen von den Polen her bewirken. An den Polen, wo dieses Bestreben, sich vom Mittelpunkte zu entfernen, unbedeutend war, blieben die Theile beisammen und konnten sich daher nicht erheben.

Zusatz. Ein liebliches und sehr treues Miniaturbild der an den Erdpolen durch den Umschwung dieses Körpers entstandenen Abplattung kann man sich leicht verschaffen. Mittelst eines auf bekannte Weise zugerichteten Strohhalmes bilde man Seifenblasen, bei welchem Geschäft man aber den Halm nicht nach unten, sondern schief nach der Horizontale hinaufrichtet. Bei dieser Haltung schwingt sich die farbenschillernde hohle flüssige Kugel um ihre Axe und plattet sich an den Umschwungspolen um so mehr ab, je rascher

ihre Rotation wird, deren Schnelligkeit man nach Belieben mäßigen oder vergrößern kann, je nachdem man gelinder oder heftiger in den Strohhalm haucht.

II.

In dieser Hypothese bestärkte ihn noch eine von dem französischen Akademiker Richer im J. 1672 auf der Insel Cayenne, einige Grade nördlich vom Aequator gelegen, gemachte Entdeckung. Dieser bemerkte, daß seine von Paris dahin mitgebrachte, sonst sehr richtigen Gang haltende Sekunden-Pendel-Uhr täglich in Cayenne um 2 Minuten und 28 Sekunden zurückblieb. Da nun bekannt ist, daß ein an einem Faden frei hängendes Gewicht sich desto schneller hin und her schwingt, je kürzer der Faden ist, so mußte Richer sein Pendel um 1 ¼ Linien verkürzen, wenn es dort in einer Stunde 3600 Schwingungen machen, d. i. Sekunden schlagen sollte. Als er nach Paris, welches 48 ½ Grad nördliche Breite hat, zurückgekehrt war, schlug dieses Pendel so viel zu geschwind, als es sich zuvor in Cayenne zu langsam geschwungen hatte, und mußte daher um eben so viel verlängert werden, als es vorher verkürzt worden war. Diese Erscheinung erregte die allgemeine Aufmerksamkeit der Physiker und Astronomen. Andrerseits machte man die Erfahrung, daß ein Pendel auf sehr hohen Bergen, nämlich weiter vom Mittelpunkte der Erde entfernt, langsamere Schwingungen als in tiefen Thälern (dem Mittelpunkte der Erde näher) mache. Es ist nämlich Thatsache, begründet in einem allgemeinen Gesetze der Natur, daß die Anziehungskraft der Erde gegen ihren Mittelpunkt hin zunimmt.*) Aus den

*) Mit Recht können wir uns bezüglich der Schwerewirkungen an der Oberfläche des Erdballs vorstellen, die gesammte anziehende Kraft desselben sei in seinem Mittelpunkte Z (Fig. 6 Tab II.) concentrirt. Könnte man aber von einem Punkte n der Erdoberfläche einen Schacht bis hinab zum Mittelpunkte Z unseres Planeten in der Richtung eines Halbmessers nZ abteufen, und in verschiedenen Punkten desselben Versuche mit dem Pendel anstellen, so würde man sehr irren, wenn man muthmassen wollte, dasselbe werde um so raschere Schwingungen machen, je näher man es dem Mittelpunkte der Erde brächte. Stiege der Beobachter, das schwingende Pendel haltend, längs nZ immer tiefer und tiefer hinab in den Erdball, so würde er von n ausgehend diese Schwingungen eine Zeit lang beschleunigt sehen, ihre Raschheit würde auf einen größten Werth steigen, dann aber eben so allmählig wieder abnehmen, als sie gewachsen war. Im Mittelpunkte der Erde selbst angelangt, würde der kühne Steiger finden, daß sein Pendel gar keine Schwingungen mehr mache. Der Grund dieser Erscheinung ist sehr einfach. Die anziehende Kraft der Erde hat nämlich nicht etwa im Mittelpunkt derselben ihren geheimnißvollen Sitz, sondern sie ist die Summe der anziehenden Kräfte aller körperlichen Theile des Erd-Sphäroids. Befindet sich ein schwerer Körper an der Oberfläche des Erdballs, in einem Punkte n, so wird er von allen Massenpunkten desselben zugleich angezogen, und obgleich ihn jeder Massenpunkt p oder q nach dem Orte hinzuziehen strebt, wo er sich selbst befindet und ihm die Richtung np, nq zu

angestellten Beobachtungen mit Pendeluhren war klar nachgewiesen, daß die Körper an ihrer Schwere unter dem Aequator verlieren, an den Polen hingegen zunehmen, oder daß die Anziehungskraft als Ursache aller irdischen Schwere weniger stark in der Nähe des Aequators, als gegen die Pole zu wirke. Daraus folgerte man, daß die Erde unter dem Aequator erhaben, stärker gekrümmt, unter den Polen hingegen etwas eingedrückt oder abgeplattet sei. *)

III.

Dagegen behaupteten die französischen Mathematiker und Astronomen, die Erde habe eine eiförmige Gestalt, wofür die in Frankreich vorgenommenen Mes-

---

geben sucht, so wirken doch, weil die anziehende Gesammtmasse der Erde kugelgestaltig ist, alle Sonderanziehungen so, daß der schwere Körper in n oder jedem andern beliebigen Punkte m in der mittleren Richtung eines Erdhalbmessers gegen den Mittelpunkt der Erdkugel hingedrängt wird, welcher zugleich der Schwerpunkt derselben ist. Denken wir uns nun einen Körper in m befindlich, so wird er von zwei ähnlichen aber an Quantität verschiednen Gewalten nach entgegengesetzten Richtungen gedrängt. Der Kugelabschnitt BB zieht ihn nach unten, nach Z dagegen drängt ihn die anziehende Kraft des Abschnittes AA nach oben. Begreiflich muß der Körper m dem stärkeren Zuge folgen, der ihn gegen Z zu führen strebt, aber die Kraft, mit welcher er gegen diesen Punkt gedrängt wird, ist gleich einer Differenz zwischen der Kraft, mit welcher ihn der Abschnitt BB nach unten und der Kraft, mit welcher ihn der Abschnitt AA nach oben drängt. Je tiefer nun der Körper sinkt, desto gewaltiger zieht ihn das sich vergrößernde Segment AA nach oben, aber desto kräftiger macht auch die Masse der jenseits Z liegenden Erdhälfte, welcher er sich sinkend mehr und mehr nähert, ihre anziehende Kraft geltend. Aus der Vergleichung dieser beiden, nach entgegengesetzten Richtungen auf den Körper in m wirkenden Gewalten ergibt sich, daß die Schwere des letzteren, so wie er sich längs nZ gegen den Mittelpunkt der Erde hinab bewegt, während dieses Niedersinkens einen höchsten Werth erreichen, dann wieder stätig abnehmen und im Mittelpunkte Z selbst gleich Null sein werde, denn in diesem Punkte wird er von der Körpermasse des Erdballs nach jeder Richtung hin gleichstark angezogen, daher es daselbst für ihn gar keine Schwerkraft mehr gibt. Ist nämlich der Körper m im Erdcentrum Z angelangt, so zieht ihn der Abschnitt AA eben so stark nach Oben, als der Abschnitt BB nach Unten, weßhalb er nach keiner Seite hin angezogen wird. Der Erdball hat mithin seine größte Dichtigkeit keineswegs in seinem Mittelpunkte, welcher thatsächliche Umstand sehr einflußreich bei der Beantwortung der Frage ist, ob die Erde ein massives, oder gegen seine Centralregion hinab mehr oder minder gehöhltes Sphäroid sei.

*) Auch wenn unsere Erde nicht an den Polen abgeplattet wäre, so würde dennoch, sobald sie sich nur um ihre Axe schwänge, das Sekundenpendel unter dem Aequator kürzer sein müssen, als gegen die Pole hin. Jedoch würde, wenn die Erde nicht an den Polen abgeplattet, sondern eine geometrische Kugel wäre, der Unterschied zwischen den erforderlichen Längen des Pendels, welches Sekunden schlagen soll, an einem Pole und unter dem Aequator nicht so groß sein, als er wirklich ist, und eben die Quantität dieses Unterschiedes ist nur durch die Annahme erklärlich, daß unsrer Erde die Gestalt eines an den Polen abgeplatteten Sphäroides zukomme.

sungen zu sprechen schienen. Zur völligen Entscheidung bedurfte es der Ausmessung eines Meridiangrades am Aequator und eines andern nahe an einem Pole. Hatte Newton Recht, so mußten wegen der von ihm behaupteten Ungleichheit der Erdkrümmung an beiden Orten diese Grade eine ungleiche Größe haben*), nämlich der nördliche mußte seiner geringeren Krümmung wegen länger,

---

*) Auf welche Weise man die Länge eines Meridian-Grades auf der Erdoberfläche durch Messung finden könne, wird durch Nachstehendes klar werden:

Der Kreis um C (Fig. 7 Tab. II.) sei ein Erdmeridian, z ein Punkt auf der Erdoberfläche unter diesem Meridian.

x Z A B y sei der dem Erdmeridiane entsprechende Meridian am Himmelsgewölbe.

z a b seien drei verschiedene, unter diesem Meridian liegende Punkte der Erdoberfläche. Nun ist klar:

Der wievielte Theil des Meridians an der scheinbaren Himmelskugel der Bogen Z A ist, der ebensovielte Theil des ganzen entsprechenden Erdmeridians ist der Bogen z a. Denkt man sich sowohl den Meridian an der Himmelskugel, als auch den entsprechenden Erdmeridian in 360° getheilt, so werden offenbar auf z a eben so viele Grade kommen, als auf Z A.

Es sei angenommen, daß der Stern Z im Zenith des Ortes z auf der Erde culminire. Begibt sich ein Beobachter genau in der Richtung von Nord nach Süd (P p bezeichne die Erdaxe) vom Punkte z der Erde nach dem Punkte a, so ist jetzt der Punkt Z nicht mehr sein Zenith, sondern der Punkt A. Der Stern Z culminirt also jetzt nicht mehr im Zenith, sondern um den Meridianbogen Z A nördlich von demselben.

Gesetzt, der erwähnte Beobachter hätte den Bogen z a längs des Erdmeridians wirklich gemessen und gefunden, daß er 35 geogr. Meilen betrüge; ferner habe er mittelst eines Instrumentes für Winkelmessung den Bogen Z A, nämlich die scheinbare Verrückung des Sternes Z nördlich vom jetzigen Zenith A gemessen und ihn gleich 2° 20′ (2 Grad und 20 Minuten) gefunden, so kann hieraus die Länge eines Grades durch folgenden Ansatz berechnet werden:

2° 20′ geben 35 Meilen, wieviele Meilen kommen auf 1°, nämlich:

$$2^\circ\,20' : \overset{m}{35} = 1^\circ : \overset{m}{x}$$

$$\text{oder: } 2^\circ\,20' : 1^\circ = \overset{m}{35} : \overset{m}{x}$$

$$\text{oder: } 140' : 60' = 35 : x$$

$$x = \frac{60 \times 35}{140} = 15 \text{ Meilen.}$$

Man ersieht also, daß, um die Länge eines Grades eines in einer bestimmten Gegend der Erdoberfläche zu finden, der Geometer genau in der Richtung von Nord nach Süd eine hinreichend lange Linie, einen Bogen dieses Meridians zu messen und zu beobachten habe, wieviel die scheinbare Verrückung des Zenithalabstandes irgend eines Sternes beträgt, welchen letzteren Abstand er sowohl im Anfangs- als im Endepunkt des gemessenen Bogens des Erdmeridians mittelst eines winkelmessenden Instrumentes aufnimmt, und die oben aufgeführte Proportion in Anwendung bringt. Je flach-

und der am Aequator zu messende seiner größeren Krümmung halber kürzer sein. Ludwig *XV.* sandte daher im J. 1735 einige Gelehrte nach Quito zunächst am Aequator, und im folgenden Jahre andere Naturforscher nach Tornea in Lappland, welcher Ort über den 66ten Grad nördlicher Breite hinausliegt. Beide Gesellschaften sollten ihre Messungen mit der größten Genauigkeit vornehmen. Die in Tornea blieb ein Jahr, maß aber nur einen Grad. Jene in Quito stellte ihre Messungen in den hohen Thälern der Cordilleren an, vollendete ihre äußerst beschwerliche Arbeit erst im Jahre 1741 und maß 3 Grade. Zum Erstaunen der Franzosen zeigte sich, daß der zunächst am Aequator gemessene Grad kürzer war, als jener zunächst am Nordpol, nämlich den ersten Grad der Breite vom Aequator an fand man durch erwähnte Messungen gleich 56733 französische Klaftern (Toisen), den nördlichen aber gleich 57438 Toisen; Newton's Urtheil war also das richtige. Hiernach wäre der Durchmesser des Aequators um ungefähr zehn Meilen länger, als die von Pol zu Pol gezogene Erdaxe. (Siehe Zusatz.) Aus diesem Allem folgt nun, daß die Erde keine vollkommene oder geometrische Kugel sei, sondern daß sie nur eine kugelähnliche Gestalt habe, ein Sphäroid sei. Aus dem Umstande, daß die z. B. am Vorgebirge der guten Hoffnung gemessenen Grade nicht allenthalben in gleichen Verhältnissen vom Aequator nach den Polen hin zunehmen, schließt man nicht unrichtig, daß die Erde kein regelmäßiges Sphäroid sei, und die südliche Halbkugel mit der nördlichen nicht einerlei Gestalt habe.

Zusatz. In der Neuzeit haben sich die Meßinstrumente aller Art ungemeiner Verbesserung erfreuen können; neuere Gradmessungen, weit genauer und zuverlässiger als die mit viel unvollkommneren Instrumenten zur Zeit Ludwigs *XIV.*, Königs von Frankreich, ausgeführten, haben außer Zweifel gesetzt, daß die Abplattung unserer Erde geringer sei, als die oben angeführte, und es wurde durch diese neueren Messungen ermittelt, daß der Aequatorial-Durchmesser der Erde nur um $5\,^3/_4$ Meilen größer sei, als der Polardurchmesser. Fast ganz genau das nämliche Verhältniß beider Durchmesser fand man aus der Größe des Einflusses, welchen die Abplattung der Erde auf Bewegungsverhältnisse unseres Mondes hat.

§. 61.

Größe der Erde.

Es wird hier voraus erinnert, daß man bei mathematischen Berechnungen die Erde als eine vollkommene d. i. geometrische Kugel annimmt, deren Durch-

---

er nun ein Meridianbogen ist, desto weiter muß man längs desselben gehen, bis das Zenith am scheinbaren Sternengewölbe sich um einen Grad verrückt, bis man also einen Grad des Erdmeridians ausgeschritten hat. Man vergl. die Bogen v w w u.

messer gleich gesetzt wird dem arithmetischen Mittel aus dem Aequatorial- und Polardurchmesser des Erdsphäroides.

Weiß man die Länge eines einzigen Grades eines größten Kreises auf dieser Kugel nach einem bekannten Längenmaße, so kann man nach Sätzen der Geometrie alles Uebrige: 1) den Umfang, 2) den Durchmesser, 3) den Inhalt der Oberfläche, 4) den körperlichen oder Cubik-Inhalt der Erde finden.

1) Umfang. Da der Meridian oder jeder andere größte Kreis des als geometrische Kugel betrachteten Erdkörpers 360 Grade enthält, so darf man nur die nach einem bekannten Maße gefundene Größe eines gemessenen Grades mit 360 multipliziren, um den Umfang zu erhalten. Man nimmt das Mittel aus der Länge eines Aequatorial- und Polar-Meridiangrades. Da nach den zuverlässigsten Messungen ein Grad des Erdäquators 15,00 und ein Grad eines Meridians 14,96 Meilen beträgt, so erhält man als Gradlänge eines größten Kreises im Mittel $\frac{15,00 + 14,96}{2} = 14,98$ geogr. Meilen. Nun ist

$$14,98 \times 360 = 5392,80 \text{ geogr. Meilen,}$$

wofür man näherungsweise die Zahl 5400 als Umfang der Erde zu setzen pflegt.

2) Durchmesser. Der Umfang eines Kreises verhält sich zu seinem Durchmesser wie 355 zu 113; es steht also die Proportion fest:

$$355 : 113 = \overset{m}{5392,8} : \overset{m}{x}, \text{ also}$$

$$x = \frac{5392,8 \times 113}{355} = 1716,5 \text{ oder } 1716\tfrac{1}{2} \text{ geogr. Meilen}$$

beträgt der mittlere Durchmesser der Erdkugel, mithin ist die Länge ihres mittleren Halbmessers 1716,5 : 2, d. i. 858,2 oder etwas über 858 geogr. Meilen.

3) Oberfläche. Wenn man den Umfang einer Kugel, nämlich die Peripherie eines größten Kugelkreises mit dem Durchmesser derselben multiplicirt, so erhält man die Oberfläche derselben in Quadratmaße, also:

$$5392,8 \times 1716,5 = 9256741 \text{ Quadratmeilen.}$$

Da mehr als zwei Dritttheile der Erdoberfläche mit Wasser bedeckt sind, so kann man auf derselben ungefähr 3 Millionen □ Meilen festen Landes annehmen.

4) Körperlicher Inhalt der Erde. Wenn man den Quadratinhalt der Kugeloberfläche mit dem sechsten Theile des zugehörigen Durchmessers multiplicirt, so erhält man den körperlichen oder kubischen Inhalt der Kugel, nämlich:

$$\frac{9256741 \times 1716,5}{6} = 2648168465 \text{ Kubikmeilen.}$$

§. 62.

Mathematische oder astronomische Abtheilung der Erdoberfläche.

Behufs geographischer Ortsbestimmungen und aus anderen wissenschaftlichen Gründen werden an der Erdkugel dieselben Punkte, Linien und Kreise angenommen, welche auch an der inneren Fläche der scheinbaren Himmelskugel in der Vorstellung gezogen werden, nämlich

1) Der Polardurchmesser der Erde oder die Erdaxe. Sie ist jene gerade Linie, welche die beiden Umschwungspole des Erdsphäroids verbindet, mithin durch dessen Mittelpunkt geht. Die Verlängerung dieser Axe beiderseitig bis zum scheinbaren Himmelsgewölbe gibt uns die sogenannte Weltaxe. Die End-Punkte der Erdaxe, mithin die beiden Umdrehungspole, welche während der täglichen Axenbewegung der Erde zu ruhen scheinen, heißen auch schlechtweg die Pole der Erde.

2) Man denkt sich auf der Oberfläche der Erde gleichfalls die drei größten Kreise: den Aequator, Meridian und Horizont, wie an der scheinbaren Himmelskugel.

a) Der Aequator auf der Erdoberfläche ist derjenige größte Kreis, welcher von den beiden Erdpolen gleichweit absteht. Er theilt die Erdkugel in die nördliche und südliche Hälfte.

b) Meridian auf der Erde nennt man jenen größten Kreis, der durch die beiden Erdpole geht, mithin den Aequator senkrecht schneidet. Für jeden Ort der Erde kann ein eigener Meridian gezogen werden, und ein jeder solcher theilt dann für den entsprechenden Ort die Erdkugel in die östliche und westliche Hälfte. Meridian (von *meridies*) nennt man diesen Kreis, weil ein Ort auf der Erdoberfläche Mittag hat, sobald die Sonne gerade über demselben steht, oder in die erweiterte Ebene desselben tritt.

c) Horizont. Auf einer weiten Ebene oder von einer großen Höhe aus betrachtet, erscheint uns das Stück der Erde und des Himmels, welches wir übersehen, kreisförmig begrenzt. An den äußersten Punkten, soweit das Auge reicht, scheinen sich Himmel und Erde zu berühren. Durch diese Punkte nun wird in der Vorstellung ein Kreis gezogen, welcher Gesichtskreis oder Horizont genannt wird. Da die Erde als vollkommene Kugel angenommen wird, und von einer Kugel nur die Hälfte auf einmal übersehen werden kann, so versteht man unter Horizont noch ferner denjenigen größten Kreis, welcher die sichtbare

Hälfte der Erde von der unsichtbaren trennt, gültig für einen Ort an der Erd-Oberfläche, in dessen Zenith das die Erde betrachtende Auge gedacht wird. Dieß ist der wahre, jenes der scheinbare Horizont. Jeder Ort der Erdoberfläche hat, so wie sein eignes Zenith an der Himmelskugel, so auch seinen eig'nen Horizont und der wahre Horizont, dessen Ebene durch den Mittelpunkt der Erde geht, ist jedesmal parallel mit dem scheinbaren.

Uebersichtlich: Aequator, Meridian und Horizont auf der Erde sind die Durchschnitte der Ebenen des Aequators, Meridians und Horizontes an der scheinbaren Himmelskugel mit der Oberfläche der Erdkugel, und in sofern ist es erklärlich und zu rechtfertigen, daß man in der Vorstellnng behufs der Lösung mehrerer Aufgaben

d) die Ekliptik an die Oberfläche der Erde versetzt hat. Diese Ecliptik an der Erdoberfläche ist nichts Anderes als der Durchschnitt der Ebene der Ecliptik am Himmelsgewölbe mit der Oberfläche unserer Erde. Sie schneidet den Aequator an zwei entgegengesetzten Punkten zweimal und zwar unter einem Winkel von 23 ½ Graden.

3) Man zieht auf beiden Seiten des Aequators parallele kleinere Kreise, unter welchen besonders die beiden Wende- und Polarkreise zu bemerken sind. Die beiden ersteren sind 23 ½ Grade vom Aequator entfernt, und durch die äußersten Punkte der Ecliptik an der Nord- und Südseite gezogen. Diese Punkte werden Sonnenstillstandspunkte genannt, wie die ähnlichen am Himmelsgewölbe. Steht die Sonne senkrecht über dem nördlichen oder südlichen Stillstandspunkte, so erstreckt sich ihre Erleuchtung ebensoviele Grade über den Nord- oder Südpol hinaus, als sie vom Aequator, gemessen an einem Meridianbogen, nördlich oder südlich entfernt ist. Durch die äußerste Grenze der Erleuchtung zieht man an jedem Pole einen zum Aequator parallelen Kreis; diese beiden Kreise nennt man Polarkreise und jeder ist von seinem entsprechenden Pole 23 ½ Grad eines Meridians entfernt.

§. 63.

Erster Meridian, geographische Länge und Breite.

Da durch jeden Punkt des Aequators ein Meridian gezogen werden kann, so gibt es deren äußerst viele. Auf den künstlichen Erdkugeln ist gewöhnlich durch je den zehnten Grad des Aequators ein solcher Mittagskreis gezogen. Unter allen diesen möglichen Meridianen wird nun willkührlich einer als der erste angenommen, der sich übrigens deßhalb von den übrigen in keiner Hinsicht unterscheidet. Die Alten zogen ihn da, wo ihnen die Erdoberfläche, so weit sie

dieselbe kannten, gegen Westen ihre Grenze zu haben schien, nämlich durch die Säulen des Herkules.*) In der Folge zogen ihn die Holländer durch den hohen Berg Piko auf der kanarischen Insel Teneriffa, und die Portugiesen durch die azorische Insel Terzera. Die Franzosen jedoch wollten ihn lieber durch die kanarische Insel Ferro gezogen wissen, weil Paris hinsichtlich seiner geographischen Länge gerade 20 Grade von dieser Insel entfernt ist. Die Akademie zu Paris erwirkte sogar im J. 1645 eine Verordnung von Ludwig *XIV.*, daß zur nöthigen Uebereinstimmung in ganz Frankreich der erste Meridian durch Ferro, und zwar durch jenen Punkt der Insel gezogen werden soll, der genau 20° Länge von Paris entfernt sei. In Deutschland richtete man sich bei Entwerfung von geographischen Karten größtentheils darnach. Die Astronomen auf öffentlichen Sternwarten nehmen indessen am liebsten jenen Meridian als ersten an, welchen sie durch den Standpunkt ihrer Beobachtungen ziehen.

Die Entfernung des Durchschnitts-Punktes des Meridians eines Ortes mit dem Aequator vom Durchschnittspunkte des ersten Meridians mit dem Aequator gezählt heißt seine geographische Länge. Diese wird in Graden des Aequators vom 0 Punkt des letzteren an, durch den der erste Meridian geht, entweder nach Westen oder Osten hingezählt, und heißt daher entweder westliche oder östliche Länge. Wenn wir z. B. sagen, die geographische Länge Bambergs (Dom) sei 28° 32′ 45″, so heißt dieß: der Meridian Bambergs schneidet den Aequator in einem Punkte, welcher vom Nullpunkte seiner Eintheilung um 28° 32′ 45″ entfernt ist.

Es sei *Fig. 8 Tab. II* der Kreis um *C* ein Durchschnitt unserer Erdkugel durch ihre beiden Pole *P* und *p*, *P D p G* sei der erste Meridian; *D q* der Aequator, welcher sich in dieser Zeichnung als gerade Linie darstellt, weil sich das Auge in der Ebene desselben befindet, *A* sei ein Ort auf der Erdoberfläche, der Bogen *P A E* ein Quadrant seines Meridians, welcher den Aequator *D E G* im Punkte *E* schneidet, so ist die Anzahl von Graden, Minuten 2c., welche zwischen dem Nullpunkte *D* desselben, und dem Durchschnittspunkte *E* gezählt werden kann, die geographische Länge des Ortes *A* auf der Erdoberfläche. Diese beträgt z. B. 31° 22′, wenn der Bogen *D E* 31° 22′ faßt.

Geographische Breite.

Unter geographischer Breite eines Ortes auf der Erdoberfläche versteht man

*) Zwei Säulen, die Herkules zwischen Europa und Afrika auf den Bergen Calpe und Abyla (bei Gibraltar) errichtet haben soll, am Ende der Welt, die als Grenzpunkte seiner Wanderung nach Westen galten.

die Entfernung desselben vom Aequator, gemessen nach Graden des durch den Ort gezogenen Meridians. Die Stadt Bamberg hat z. B. eine Breite von 49° 53′ 28″, wenn der Bogen des durch Bamberg gehenden Meridians, welcher zwischen dem Aequator und Bamberg liegt, 49° 53′ 28″ hält. Die ganze Breite ist entweder nördlich oder südlich, je nachdem ein Ort nördlich oder südlich vom Aequator liegt. Die Breite des Ortes *A* z. B. (Siehe ***Fig. 8 Tab II***) ist 39° 54′, wenn der Bogen *EA* des Meridians 39° 54′ hält, und diese Breite ist nördlich, wenn *P* den Nordpol der Erde bezeichnet. Durch die Angabe der Länge und Breite eines Ortes ist seine Stelle auf der Erdkugel genau bestimmt.

Anmerkung. Die Ausdrücke Länge und Breite wurden von den Griechen und den römischen Geographen in Aufnahme gebracht, indem ihnen von der Land- und Wasseroberfläche der Erde bei Weitem mehr in der Richtung von Osten nach Westen, als von Norden nach Süden bekannt war. — Da man nun gewöhnlich die kleinere Ausdehnung einer Fläche ihre Breite und die größere ihre Länge nennt, so bezeichneten sie auch den Strich der Erdoberfläche von Süden nach Norden durch den Ausdruck Breite, dagegen jenen von Westen nach Osten durch den Ausdruck Länge.

Folgerungen.

a) Wenn Jemand unter dem Aequator wohnt, so ist seine geographische Breite = 0°, und die beiden Erdpole liegen für ihn im Horizont.

b) Wenn Jemand im Pole wohnte, so hätte er die größte Breite. Sein Horizont träfe mit dem Aequator zusammen.

c) Einem Bewohner der Erdoberfläche, wie z. B. uns in Europa, zwischen dem Aequator und dem Nordpol liegt sowohl dieser Pol, als auch der Aequator über dem Gesichtskreise.

d) Jedenfalls ist immer die geographische Breite eines Ortes gleich der Polhöhe desselben; denn wir wollen annehmen, ein Beobachter befinde sich zuerst unter dem Aequator, so daß also seine Breite = 0° ist, so liegt ihm jeder Pol im Horizonte, seine Polhöhe ist demnach gleichfalls = 0°. Wandert er aber vom Aequator aus längs eines Meridians um 5 oder 6 Grade nordwärts, so verrückt sich sein Zenith um eben so viele Grade nach der Richtung hin, die er eingeschlagen hat, und um eben so viel verrückt sich sein Horizont, und zwar abwärts vom Nordpole der Himmelskugel, während letzterer unverrückt bleibt. So viele Grade aber sein Horizont abwärts vom Pole gerückt ist, eben so viele

Grade beträgt nun die Polhöhe des Beobachters, eben so viele Breitegrade hat er aber auch erschritten; daher steht der Satz fest, daß Breite und Polhöhe einander gegenseitig gleich sind.

§. 64.

Gegenfüßler, Gegenwohner, Nebenwohner.

Nach dem Unterschiede der geogr. Länge und Breite theilt man die Erdbewohner ein in

1) Gegenfüßler oder Antipoden (*antipodes*), welche um 180° Länge von einander entfernt wohnen, und gleichgroße, aber polar entgegengesetzte Breite haben.

Bezeichnet (*Fig. 9 Tab. II*) der Kreis um *C* einen Meridian-Durchschnitt der Erde, *P p* ihren Nord- und Südpol, *A Q* die Hälfte des sich hier als gerade Linie darstellenden Aequators, *A* seinen Nullpunkt, so werden die Bewohner der Punkte *m* und *n* auf der Erdoberfläche Gegenfüßler sein, denn die Länge von *m* ist 0°, die Länge von *n* gleicht der Hälfte des Aequators, ist also von ersterer um 180° verschieden, die Breite von *m* ist nördlich, die von *n* südlich, und beide Breiten sind einander gleich. Gegenfüßler sind gerade um einen Durchmesser *m n* des Erdballes von einander entfernt, und kehren wechselseitig sich ihre Fußsohlen zu, weil sowohl für die Bewohner von *m* als von *n* der zwischen ihnen liegende Mittelpunkt *C* der Erde das Unten ist, und beide ihre Fußsohlen nach unten kehren. Die Gegenfüßler der Bewohner Bambergs z. B. befänden sich auf einer Insel im Südmeere unterhalb Neuseeland.

Jahres- und Tageszeiten der Gegenfüßler sind immer entgegengesetzt.

2) Gegenwohner (*antœci*); sie haben denselben Meridian, also gleiche Länge, selbst auch gleiche, aber entgegengesetzte Breite. Die Tageszeiten der Gegenwohner sind übereinstimmend, sie haben nämlich zu gleicher Zeit Mittag und Mitternacht, Jahreszeiten und Tageslänge sind aber entgegengesetzt; wenn nämlich die einen Sommer und ihren längsten Tag haben, ist bei den andern Winter und ihr kürzester Tag.

Wenn in *Fig. 10 Tab. II* wieder *P p* die Erdpole, *A Q* den Aequator bezeichnet, und *P B p* oder *P D p* Meridiane andeuten, so sind die Bewohner der Orte *m* und *n* Gegenwohner, $Bm = Bn$, eben so der Orte *x*, *y*, wenn $Dx = Dy$.

3) Nebenwohner (*periœci*), welche unter dem nämlichen Parallelkreise

wohnen, allein um 180° desselben Kreises von einander entfernt sind. Sie haben einerlei geogr. Breite und einerlei Meridian, ihre geogr. Länge ist aber um 180° verschieden. Diejenigen, die Nebenwohner sind, haben einerlei Jahreszeiten und gleiche Tageslänge, aber entgegengesetzte Tageszeiten.

Wenn in *Fig. 10 Tab. II* wieder die vorigen Bezeichnungen gelten, und außerdem *m n* der Durchmesser eines Parallelkreises ist, so sind die Bewohner der Orte *m* und *n* Nebenwohner, unter der Voraussetzung einer Entfernung von 180°.

§. 65.

Die fünf Zonen oder Gürtel der Erde.

Durch die Wende- und Polarkreise wird die Oberfläche der Erde in 5 Gürtel oder Zonen getheilt, wie folgt:

1) Die Oberfläche der Erde auf beiden Seiten des Aequators bis zu den beiden Wendekreisen hin wird die heiße Zone (*zona torrida*) genannt, weil die Sonne über einem jeden Punkte derselben jährlich zweimal (an den Grenzen, d. i. unter den Wendekreisen nur einmal) Mittags senkrecht steht, übrigens in keiner Jahreszeit viel von dieser Stellung abweicht. Hiedurch werden ihre Strahlen sehr wirksam, wenn nicht örtliche Verhältnisse, z. B. hohe Lage, Nähe des Meeres u. s. w. den Grad ihrer Wirksamkeit ändern, wie z. B. in dem hochliegenden Quito. Setzt man den mittleren Erdgrad zu 15 Meilen, so ist die heiße Zone 47mal 15 = 705 Meilen breit und enthält in ihrem Flächen-Inhalte 3701158 □ Meilen.

2) Die Erdoberfläche zwischen einem Wende- und Polar-Kreise heißt nördliche oder südliche gemäßigte Zone (*zona temperata borealis vel australis*).

Die Sonne tritt hier niemals in den Scheitelpunkt, sondern culminirt entweder wie bei uns in der nördlichen gemäßigten Zone südwärts, oder wie in der südlichen nordwärts vom Zenith. In der Nähe der Wendekreise ist in jeder der beiden gemäßigten Zonen die Hitze und gegen die Polarkreise hin die Kälte sehr groß, weil dort die größte Mittagshöhe der Sonne dem Zenith sehr nahe kommt und auch während des jezeitigen Winters eine bedeutende Culminationshöhe behält, hier aber, in der Nähe der Polarkreise, selbst im dasigen Hochsommer keine bedeutende Mittags-Höhe erreicht. In Wahrheit ist daher nur der mittlere Theil dieser Zone gemäßigt zu nennen.

Jede der genannten beiden Zonen hat eine Breite von 43 × 15 = 645 geogr. Meilen. Der Flächeninhalt einer jeden beträgt 2405462 □ Meilen.

3) Innerhalb der Polarkreise liegen die beiden kalten d. i. die nördliche und südliche kalte Zone. Die Kälte ist hier wegen der immer sehr schief einfallenden Sonnenstrahlen streng, ob gleich die Hoch-Sommer daselbst wegen des langen Verweilens der Sonne über dem Gesichtskreise verhältnißmäßig warm sind, und zwar nur kurze Zeit hindurch; die Sonne bleibt nämlich innerhalb dieser Zone von einem Tage bis zu einem halben Jahre stets über dem Horizont. Jede dieser beiden kalten Zonen hat eine Breite von 352 geogr. Meilen, und hält im Flächeninhalte 384024 □Meilen.

Theilt man nach Bode die ganze Oberfläche der Erde in tausend gleiche Theile, so findet man, daß davon

auf die heiße Zone . . .	398
auf die beiden gemäßigten . .	520
auf die beiden kalten Zonen . .	82
in Summe	1000

gehen.

Diese Zahlen verhalten sich von unten auf gerechnet ungefähr wie 2:12:9, so daß also die gemäßigten Zonen mehr als die Hälfte der Erdoberfläche ausmachen.

Anmerk. Die Erdbewohner werden nach der Lage des Schattens, den sie Mittags der scheinenden Sonne gegenüber werfen, folgender Weise eingetheilt:

1) In der heißen Zone werfen sie zweimal im Jahre keinen Schatten, nämlich an den Tagen, wo Mittags die Sonne senkrecht über ihnen steht; sie heißen alsdann unschattig (*Ascii*). In den übrigen Tagen des Jahres fällt ihr Schatten beinahe ein halbes Jahr gegen Norden, und eben so lang gegen Süden, je nachdem die Sonne südlich oder nördlich von ihrem Scheitelpunkte culminirt. Für diese Zeit heißen sie zweischattige (*Amphiscii*).

2) Unter jedem Wende-Kreise wirft einmal im Jahre ein senkrecht stehender Stab keinen Schatten. Die Bewohner der Erdoberfläche unter einem der Wendekreise sind daher für diesen Tag Unschattige. An allen andern Tagen fällt unter dem nördlichen Wendekreise der Schatten um Mittag nach Norden, wie in der nördlichen gemäßigten Zone, und unter dem südlichen Wendekreise immer nach Süden, wie in der südlichen gemäßigten Zone. Man nennt daher die Bewohner der Erde unter den Wendekreisen oder innerhalb der beiden gemäßigten Zonen einschattige (*Heteroscii*).

3) Die Bewohner der von den Polar-Kreisen eingeschlossenen Länder sehen in denjenigen Tagen oder Monaten, wo sie die Sonne beständig über dem Ho-

rizonte haben, ihren Schatten alle 24 Stunden einen Kreis um sich beschreiben und heißen daher umschattige (*Periscii*). Uebrigens sind sie, so lange die Sonne bei ihnen auf- und untergeht, einschattige.

§. 66.

Klima einer Erdgegend.

Die auffallende Verschiedenheit in der Dauer der Tage und Nächte an verschiedenen Orten der Erdoberfläche gab den Alten zu einer Eintheilung Veranlassung, die jetzt weder mehr gebräuchlich noch nothwendig ist. Sie zogen nämlich vom Aequator an nordwärts und südwärts immer da, wo der längste Tag eine halbe Stunde zunimmt, einen Parallelkreis und nannten diese von Parallelkreisen eingeschlossenen schmalen Streifen Klimate.

Da der längste Tag vom Aequator bis zu den Polarkreisen von 12 bis 24 Stunden zunimmt, so zählte man vom Aequator an bis zu jedem Polarkreise 24 Klimate.

Von den Polarkreisen bis zu den Polen nimmt der längste Tag außerordentlich schnell zu. Man setzte deßhalb die Grenzen der folgenden Klimate dahin, wo der längste Tag je um ein Monat zunahm, zählte demnach bis zum Pole noch 6 Klimate, so daß ihre Anzahl bis auf 30 vom Aequator bis zu jedem Pole hin stieg. Man bediente sich dieser Eintheilung, um dadurch die Lage der Oerter, besonders ihre Entfernung vom Aequator anzugeben und hiedurch, da man glaubte, daß Wärme und Witterung mit der Dauer der Tage in regelmäßigem aber umgekehrtem Verhältnisse stünden, zugleich die Beschaffenheit der Witterung anzudeuten. Jetzt, wo man bessere Mittel kennt, die Entfernung eines Ortes vom Aequator zu bestimmen, bedient man sich jener Eintheilung nicht mehr und behält den Ausdruck Klima nur noch bei, um die eigenthümlichen Wärme- und Witterungsverhältnisse eines Landstriches anzuzeigen. Den Inbegriff letzterer Verhältnisse nennt man physisches Klima zum Unterschied von dem geographischen, welches von dem Grade der Sonnbeleuchtung abhängt, die einem bestimmten Erdstriche vermöge seiner geographischen Länge und Breite zu Theil wird.

§. 67.

Ursachen des geographischen Klima.

Der schroffe Wechsel der Stärke, mit welcher die Gegend der Erdoberfläche, welche wir bewohnen, von der Sonne erleuchtet und erwärmt wird, ist thatsächlich

genug, und setzt uns, an die Scholle Gebannten, in so manche angenehme und unangenehme Lage. Die nämliche Flur, über welche der Frühling seinen lieblichen Blüthenteppich gebreitet hatte, vergelbt unter dem Gluthhauche des Sommers, und erstarrt wenige Monate später unter der freudlosen Eisdecke, in welche sie der Winter hüllt, und alle diese Veränderungen sind in die enge Grenze eines Jahres eingeschlossen. Wollten wir, ohne diese Verhältnisse näher ins Auge zu fassen, kurzweg behaupten, unsere Entfernung von der wärmespendenden Sonne sei im Winter größer, als um die heiße Jahreszeit, so würde uns der flüchtigste Hinblick nach dem Sonnenballe gar bald von unserem schweren Irrthume zurückbringen; denn wäre im Winter die Sonne weiter von uns entlegen, als im Sommer, so müßte ihre Scheibe im Winter kleiner erscheinen. Dem ist aber nicht so, sondern gegentheils weisen genauere Messungen nach, daß der scheinbare Durchmesser der Sonne während unseres Winters merklich größer ist, als im Sommer, woraus folgt, daß uns dieses selbstleuchtende Gestirn im Winter etwas näher gelegen ist, als im Sommer, und zwar fast um 700000 geogr. Meilen. Ohnehin müßte, wenn unser Winter von vergrößerter Entfernung der Sonne abzuleiten wäre, die ganze Erdoberfläche zugleich einen Mangel an Wärme leiden, während es doch erfahrungsmäßig ist, daß ein Schiff, welches im Herbste von Deutschlands Nordküste nach Neuholland absegelt, dort gerade noch zur Sommerzeit an dieser großen Insel Anker werfen kann, während die Heimath, welche es verließ, noch unter ihrer winterlichen Schneedecke begraben ist.

Wir werden also die Ursache des in unsrer Zone so auffallenden Wechsels der Jahreszeiten von ganz anderer Seite herleiten müssen, als aus der veränderlichen Entfernung der Erde von der Sonne.

A B in *Fig. 11 Tab. II* bezeichne den linearen Durchschnitt einer auf wagrechtem Boden liegenden ebenen Fläche, *O, S' S''* sei ein Bogen des scheinbaren Himmelsgewölbes, *S' S'' S'''* deute die über den Gesichtskreis steigende Sonne in 3 verschiedenen Erhebungen über dem Horizont. Geht die Sonne in *O* auf, so wird, so lange nicht der obere Rand derselben bereits eine gewisse Höhe über den Gesichtskreis erlangt hat, die Linie *A B* gar nicht beleuchtet. Hat die Sonne die Höhe *O S'* erreicht, so fallen alle Strahlen, welche aus ihr in das △ *A S' B* ausströmen können, auf *A B*; ist die Sonne nach *S''* gestiegen, so erleuchtet und erwärmt sie die Linie *A B* mit allen Strahlen, die innerhalb des Dreieckes *A S'' B* Platz finden; in der Sonnenstellung *S'''* endlich ergießt sich das ganze Strahlen-Dreieck *A S''' B* auf die als physisch aufzunehmende Linie, und es ist auf den ersten Blick ersichtlich, wie viel mehr Strahlen im Dreiecke *A S''' B*, als im Dreiecke *A S' B* nach *A B* gezogen werden

können, wie viel kräftiger also die Sonne in der Stellung *S'''* als in der Stellung *S'* auf die Linie *AB* wirken muß. Was nun für die Durchschnitts-Linie *AB* der Fläche gilt, das gilt auch für letztere selbst, weil die Fläche als Aneinanderreihung physischer Linien betrachtet werden kann. Je höheren Stand also die Sonne über dem Horizonte hat, desto kräftiger erwärmt, desto heller beleuchtet sie einen gegebenen Theil der Erdoberfläche.

Wer auch mit nur geringer Aufmerksamkeit die Beleuchtungs- und Erwärmungs-Verhältnisse eines Tages betrachtet, wie sie im Verlaufe desselben vorkommen, dem liegt die Erklärung des Wechsels der Jahreszeiten sehr nahe. Monate des Jahres, Stunden des Tages nebeneinander gestellt, bieten in dieser Beziehung ähnliche Erscheinungen dar:

Jahreszeiten.					Tageszeiten.	
Vom 21.	Juni	bis 21.	Juli	entspricht	12 — 2 Uhr	Nachmittags
„	Juli	„ „	August		2 — 4 „	„
„	August	„ „	September		4 — 6 „	„
„	September	„ „	October		6 — 8 „	„
„	October	„ „	November		8 — 10 „	„
„	November	„ „	December		10 — 12 „	Mitternacht

und so auch wieder in aufsteigender Ordnung.

Sowie die verschiedene Temperatur der Tageszeiten von der Höhe des Sonnenstandes über dem Horizonte, so ist davon auch die wechselnde Wärme der Jahreszeiten abhängig. Während in der Gegend, in welcher wir wohnen, die Sonne im December selbst um Mittag nur eine Höhe von 18 ° über dem Horizont erreicht, daher um jene Zeit unsere erstorbenen Fluren so schräge und mithin so matt beleuchtet und erwärmt, steigt sie im Juni 64 ° empor, und sendet jene Strahlenfülle auf uns nieder, die uns im Sommer bisweilen so lästig, und im Winter ein Gegenstand der Sehnsucht ist. Der Monat Juni ist die Mittagsstunde des Jahres, der Monat December seine Mitternacht.

Obgleich sich der Leser längst überzeugt haben wird, daß der wahre Grund des Wechsels der Jahreszeiten in der Veränderlichkeit der Höhe liegt, bis zu welcher die Sonne um Mittag sich über den Horizont erhebt, so ist diese Erklärung, ob auch ganz richtig, doch noch viel zu allgemein, und mit Recht kann gefragt werden, warum denn eigentlich die Sonne nicht für jeden Ort der Erd-Oberfläche das ganze Jahr hindurch gleiche Culminationshöhe beibehalte, wie die Fixsterne; warum sie einmal so tief am Horizonte hinstreiche, als wage sie gar nicht recht, sich sehen zu lassen, und ein anderes Mal hoch aus der Nähe des

Zeniths so blendend und glühend herabstrahle. Mit Fug und Recht wird ferner gefragt, warum, während wir uns des segenreichen Sommers freuen, die Bewohner anderer Erdstriche, z. B. die Feuerländer an Amerika's Südspitze mit Mühe die Kälte ihres tiefsten Winters von sich abwehren; warum ferner hoch am Nordpol und tief am Südpol die Sonne Monate lang gar nicht auf und wieder ein anderes Mal Monate lang nicht untergehe, warum im Nord- und Südpole selbst sowohl der Tag als die Nacht ein volles Halbjahr andauere: lauter billiger Weise zu stellende Fragen, deren gründliche und faßliche Lösung Gegenstand des folgenden §. sein wird.

§. 68.

Lösung einiger Fragen, das geographische Klima betr.

I.

In *Fig. 12 Tab. II* bezeichne *S* unsere Sonne, der Kreis rechter Seits unsere frei im Weltraume schwebende, sich um die Axe *n s* nach Richtung der beigezeichneten Pfeile innerhalb 24 Stunden schwingende Erdkugel. Ihr Nordpol sei *n*, *a q* ihr Aequator und *r t* irgend ein Parallelkreis zwischen dem Nordpole und Aequator.

Die Lage der Erdaxe *n s* gegen die Sonne sei eine solche, daß eine Ziel-Linie vom Mittelpunkte der Erde nach dem Mittelpunkte der Sonne einen Punkt *a* des Aequators treffe, d. i. die Sonne befinde sich in der Verlängerung eines Aequator-Halbmessers.

Die Sonne werde als ruhend angenommen, und die Erde habe gleichfalls außer ihres Umschwungs um ihre eigene Axe keine fortschreitende Bewegung im Weltraume.

Unter diesen Voraussetzungen wird nun gefragt: welche Beleuchtungs- und Erwärmungsverhältnisse werden sich an der Oberfläche der Erde darbieten?

1) Die Ziellinien *n g*, *s h* nach dem Mittelpunkte der Sonne laufen wegen der ungeheueren Entfernung derselben von unserer Erde nahe bei unten sich und mit *a S* parallel, was in dieser Zeichnung freilich nicht ausgedrückt werden konnte; denn hier hat der Kreis, welcher einen Meridianschnitt der Erde darstellen soll, einen Durchmesser von nahe $^6/_{10}$ Zoll bayr. Maßes. Sollte nun die Sonne *S* in Abbild in ihrem verhältnißmäßig richtigen Orte stehen, so müßte *S* über 580 Schuhe weit von unserem gezeichneten kleinen Kreise nach links hin abstehen. Die Linien *n g*, *s h* laufen also erst in einer Entfernung von 580 Schuhen

im Sonnenbilde zusammen, zeigen sich also gewiß innerhalb des Raumes eines Quartblattes praktisch genau parallel, sowohl unter sich, als mit *CS*.

2) Für den Punkt *n* der Erdoberfläche ist also die Ziellinie *ng* nach der Sonne die Horizontal= und *nz* die Verticallinie, die bis zum scheinbaren Himmelsgewölbe verlängert das Zenith des irdischen Ortes *n* trifft. Genau das Nämliche gilt vom Orte *s*, oder dem Südpole der rotirenden Erde.

3) Während sich nun die Erde bei unveränderter Lage der Erdaxe *ns* um letztere binnen 24 Stunden dreht, wird immer die der Sonne zugewendete Hälfte der Erdkugel beleuchtet, die andere bleibt im Dunkel. Alle Punkte der Erdoberfläche, welche sich innerhalb der beleuchteten Erdhälfte befinden, haben Tag, alle Punkte in der unbeleuchteten Erdhälfte Nacht.

So wie ein Ort *r* der Erde bei ihrer umdrehenden Bewegung unter den Meridian *nas* auf die Tagseite tritt, ist er der Sonne am geradesten zugewendet, hat also Mittag. Schiebt er sich weiter in die hier dem Auge nicht sichtbare Hälfte des Erdballs, so scheint ihm die Sonne dem Horizonte wieder näher zu rücken; gelangt er in die Beleuchtungsgrenze, so sieht er die Sonne in seinem Horizonte, sie geht für ihn unter; rückt er in der Nachtseite fort, bis er nach *t*, also in die Meridianhälfte der Nachtseite gelangt, so ist er am geradesten von der Sonne abgewendet und hat Mitternacht; kommt er, immer gleichförmig fortrückend bei *n* wieder in die Tagseite, so geht ihm die Sonne auf, und scheint, während von *n* nach *r* verrückt, immer höher über den Horizont zu steigen, bis sie in dem Augenblicke den höchsten scheinbaren Stand erreicht, in welchem der Ort *r* und der Beobachter daselbst nach Verlauf von 24 Stunden wieder unter den Meridian *nas* tritt.

4) Ferner ist ersichtlich, daß bei der hier angenommenen senkrechten Stellung der Erdaxe gegen *CS* alle Parallel=Kreise, die bei der umdrehenden Bewegung der Erdkugel von den verschiedensten Punkten der Erdoberfläche beschrieben werden, zur einen Hälfte auf der beleuchteten, zur andern Hälfte auf der unbeleuchteten Seite der Erde liegen, daß daher jeder Punkt der Erdoberfläche zwischen *n* gegen *a* nach *s*, und so in jedem beliebigen andern Meridian 12 Stunden lang beleuchtet, und 12 Stunden lang unbeleuchtet ist, mithin 12 Stunden lang Tag und eben so lang Nacht hat. Bei dieser Stellung der Erdaxe gegen die Sonne wären also Tag und Nacht auf der ganzen Erde, bis zu den Polen hin, einander gleich.

5) Den beiden Polpunkten *n* und *s* steht die Sonne, während sich die Erde um ihre Axe *ns* dreht, immer in der Horizontal=Linie *ng* oder *sh*, also immer im Horizont; die etwaigen Bewohner der Pole hätten also bei der an=

genommenen Stellung der Erdaxe immer Tag, weil ihnen der Sonnenmittelpunkt immer im Horizonte bleibt, daher die eine Hälfte der Sonnenscheibe leuchtend für sie wirkt. Wenn ein Beobachter in *n* zu beliebigem Augenblicke sein Gesicht gerade nach der Sonne richtete, und dann unbeweglich stehen bliebe, so würde er 12 Stunden später die Sonne im Rücken haben, und erst nach weiteren 12 Stunden ihr sein Gesicht wieder zuwenden. Gesetzt nun, er wüßte nichts davon, daß innerhalb dieser 12 Stunden seine eigene Nasenspitze einen kleinen Kreis beschrieben hat, so würde er behaupten, die Sonne habe in dieser Zeit längs des Horizontes einen Rundgang um ihn gemacht.

6) Die Mittagshöhe der Sonne im Punkte *n* beträgt 0°, weil der Sonnen-Mittelpunkt für jeden Pol immer im Horizont bleibt. Die Mittagshöhe der Sonne für einen jeden Punkt *a* des Aequators ist unabänderlich 90°, nämlich dem Punkte *a* scheint die Sonne *S* bei jeder Culmination durch seinen Scheitelpunkt zu gehen; denn *C a S* ist ein verlängerter Erdhalbmesser durch den Punkt *a*, welcher das Zenith treffen muß. Schreitet also ein Beobachter längs irgend eines Erdmeridians von einem Pole zum Aequator, und mißt täglich die Mittags-Höhe der Sonne, so nimmt diese von 0° bis 90° allmälig für ihn zu. Für den Punkt *r* z. B. ist *z′* das Zenith, und wenn *x y* senkrecht auf *C z′* durch den Punkt *r* gezogen gedacht wird, so ist diese Linie für den Ort *r* die Horizontale; da ferner *r S* die dasige Ziellinie im Augenblick des Mittags nach der Sonne ist, so drückt der Kreisbogen *v w* die scheinbare Höhe der Sonne über dem Horizont aus, und ein Blick auf die Figur zeigt, daß dieser Kreisbogen oder der entsprechende Winkel *v r w* um so größer wird, je näher *r* dem Aequator rückt. Für den Punkt *r* ist Norden nach *n* oder *y* hin, Süden nach *s* oder *x* hin gelegen; dem Beobachter in *r*, zwischen dem Nordpole und Aequator culminirt also die Sonne südlich vom Zenith *z′*. Alles, was vom Quadranten *n r a* gilt, ist auch für den Quadranten *a s* gültig, nur daß südlich statt nördlich und umgekehrt gesagt werden muß.

II.

Fig. 13 Tab. II deute eine zweite Stellung der Erdaxe *n s* gegen die Sonne *S* an. Diese Lage *n s* bleibe, während sich der Erdball um sich selbst schwingt, unverrückt; und sei eine solche, daß die Erdaxe, verlängert, in *S* die Sonne treffe. Welche Beleuchtungserscheinungen ergeben sich jetzt?

Es werde wieder angenommen, wie in *I*, daß weder Sonne noch Erde eine im Weltraume fortschreitende Bewegung habe, so wird die Wahrheit nachstehender Folgerungen erhellen:

1) Die Ziellinien von beliebigen Punkten *a*, *q* ꝛc. des Aequators nach der Sonne *S* werden als parallel unter sich und *C S* zu betrachten sein und zwar aus den bereits in *I* aufgeführten Gründen. Allen Punkten des Aequators erscheint also die Sonne, während sich die Erde innerhalb 24 Stunden um ihre Axe *n s* dreht, im Horizonte zu bleiben, und längs desselben einen Rundlauf zu machen, eben so, wie es im Falle *I* den Bewohnern eines Erdpols vorkam.

2) Für den Nordpol *n* steht der Mittelpunkt der Sonne immer im Zenith unverrückt, und um diesen Mittelpunkt scheint sich die Sonnenscheibe 24stündlich einmal zu drehen.

3) In jedem beliebigen Punkte *r* zwischen dem Aequator und dem Pole *n* behält wohl die Sonne immer einerlei scheinbare Höhe über dem Horizonte, scheint aber in dieser Höhe parallel mit ihm binnen 24 Stunden einen Umlauf am Himmelsgewölbe zu vollenden, und zwar in einer um so größeren Entfernung vom Horizonte, oder dem Zenith um so näher, je mehr der Ort *r* gegen den Pol *n* rückt.

4) Alle Punkte der Erdoberfläche, welche in der von der Sonne abgewendeten Halbkugel derselben liegen, sehen die Sonne nie; sie bleiben, ob die Erde sich auch in der durch die beigezeichneten Pfeile angedeuteten Richtung um ihre Axe *n s* dreht, immer im Dunkel, haben beständige Nacht.

5) Bei Annahme *I* (*Fig. 12*) würde es auf der Erde, wenn diese Annahme wirklich stattfände, wohl einen Wechsel von Tag und Nacht, aber keinen Wechsel der Jahreszeiten geben. Alle Punkte der Erdoberfläche würden beständig in dem Verhältnisse sein, wie sie es zweimal im Jahre wirklich sind, nämlich um die Frühlings- und Herbstnachtgleiche.

Bei Annahme *II* (*Fig. 13*) gäbe es weder einen Wechsel der Tages- noch der Jahreszeiten auf der Erde; dem einen Pole stünde die Sonne immer im Zenith, die Orte zwischen dem Pol und dem Aequator erblickten ihren Lichtball immer in einerlei Höhe für jeden einzelnen Ort unabänderlich. Die eine Erdhälfte würde bald zur sonnverbrannten, die andere zur eiserstarrten Wüste werden, mit Ausnahme einer schmalen Zone in der Tagseite unweit des Aequators.

Das Beleuchtungsverhältniß *I* findet fast genau beim Planeten Jupiter, das in *II* aber bei keinem uns bekannten Planeten statt.

III.

Die Erdaxe *p s* (*Fig 14 Tab. II*) habe eine Lage, wie die Zeichnung sie angibt, und behalte dieselbe, während sich der Erdball in der Richtung der

beigezeichneten Pfeile um sich selbst schwingt, unverrückt bei, welche Erscheinungen bezüglich Beleuchtung von Seite der Sonne *S* werden sich ergeben?

1) Der eine Pol der Erde, nämlich *p*, bleibt, wie oft sich auch die Erde um die Axe *p s* drehen mag, immer in der sonnebeleuchteten Hälfte der Kugel. Dieser Pol erfreut sich also eines beständigen Tages, während dem Gegenpole *s*, welchen der Umschwung der Erde nie aus der Nachseite führt, die Sonne nie aufgeht.

Dem Bewohner des Poles *p* hat die Sonne *S* eine gewisse Höhe über dem Horizonte, die während eines Umschwunges der Erde unveränderlich bleibt. In dieser Höhe scheint ihm die Sonnenscheibe parallel mit dem Horizonte binnen 24 Stunden einen Umzug am Himmelsgewölbe zu vollenden.

2) Der Punkt *m*, an der Grenze der Tagseite liegend, wechselt während einer Axendrehung der Erde seine Lage von *m* zu *m'*. Daselbst hat der Erd-Umschwung ihn am weitesten in die Tagseite geführt, und 12 Stunden später gewinnt er wieder die Lage *m*. Einem Erdbewohner in *m* scheint die Sonne im Horizonte zu stehen, worauf sie sich aber, ohne wirklich unterzugehen, sogleich wieder in schiefer Richtung über den Gesichtskreis zu erheben scheint. Ist der Punkt *m* aus der Lage *m* in die Lage *m'* gelangt, so hat für den dasigen Bewohner die Sonne ihren höchsten Stand am Himmel, es ist für ihn Mittag, worauf dann die Sonne eben so allmälig, als sie am Himmelsgewölbe emporstieg, wieder gegen den Horizont hinabsinkt, und um Mitternacht den niedrigsten Standpunkt erreicht. Es ist klar, daß dem Punkte *m*, weil er während einer ganzen Erdumdrehung immer in der Tagseite bleibt, die Sonne nie untergeht, und er also einen immerwährenden Tag genießt.

3) Ganz entgegengesetzten Beleuchtungs-Verhältnissen unterliegt der Punkt *n*, an der gegenüberliegenden Grenze der Tag- und Nachtseite. Während sich nämlich der Erdball um seine Axe *p s* wälzt, kommt der erwähnte Punkt aus der Lage *n'* und geht dann wieder zurück in die Lage *n*. In *n* erscheint dem Bewohner des erwähnten Punktes der Erdoberfläche die Sonne im Horizonte zu stehen; dieß ist nun ihr höchster Stand, und der Punkt *n* hat in dem Augenblicke, in welchem sie ihn erreicht, Mittag. Sogleich aber scheint sie wieder unter den Gesichtskreis hinabzusinken, und wenn *n* die Lage *n'* erreicht, hat sie ihren tiefsten Stand unter dem Horizonte und es ist dann Mitternacht.

4) Alle Punkte der Erdoberfläche, welche zwischen *m'* und *m* liegen, tauchen nie in die Nachtseite ein, behalten also immerwährend Tag, obgleich sich die Sonnenscheibe um Mittag am höchsten über den Horizont zu erheben, und um Mitternacht näher zu ihm herabzusinken scheint.

Alle Punkte zwischen *n* und *n'* schieben sich während einer Erdumwälzung gar nicht in die Tagseite; ihnen geht also die Sonne nie auf, für sie ist es immer Nacht; nur diejenigen, die längs des Parallelkreises *n n'* liegen, erreichen alle 24 Stunden einmal die Beleuchtungsgrenze, und ihren Bewohnern ist dann für wenige Minuten der Anblick der einen Hälfte der Sonnenscheibe vergönnt.

Alle Punkte der Erdoberfläche, welche in der Kugelzone *m n' n m'* liegen, haben einen Wechsel von Tag und Nacht, und zwar in der Art, daß, je näher ein Punkt dem Parallelkreise *m' m* liegt, er um so längeren Tag und um so kürzere Nacht hat, weil er während eines Erdumschwungs sich um so längere Zeit in der Tageshälfte der Erdkugel aufhält; je näher aber ein Punkt der Erdoberfläche dem Parallelkreise *n n'* liegt, desto kürzer ist sein Tag, desto länger seine Nacht; denn die nahe an erwähntem Parallelkreise liegenden Punkte sind während der Erdumdrehung längere Zeit in der Nachtseite, als in der Tagseite befindlich.

Alle unter dem Aequator *a q* liegenden Punkte haben bei erwähnter Lage der Erdaxe immerwährende Tag- und Nacht-Gleiche.

Aus dem Bisherigen erklärt sich wohl im Allgemeinen, daß die Beleuchtungs- und Erwärmungs-Weise irgend eines Punktes einer an sich dunkeln planetarischen Kugel, die sich um ihre Axe dreht und von der Sonne erleuchtet wird, von der Stellung der Drehungs-Axe der Kugel im Weltraume regelmäßig abhängig ist, falls diese Stellung eine unveränderliche ist. Unveränderlich wird aber die Stellung dieser Axe nur dann sein, wenn letztere, in Gedanken bis an die scheinbare Himmelskugel verlängert, während der Axendrehung beständig die nämlichen Fixsterne trifft, oder doch Punkte, die immer gleichweit von bestimmten Fixsternen entfernt sind.

Daß die Lage der Erdaxe eine unveränderliche ist, muß zugestanden werden, indem beide Pole an der Himmelskugel, wenigstens während einer gewissen Reihe von Jahren, keine merkliche Verrückung erleiden. Die Erdaxe verlängert trifft nämlich beinahe genau seit langen Jahren immer die nämlichen Punkte des Himmelsgewölbes; aber die Erfahrung lehrt, daß nicht, wie in *Fig. 14* der eine Pol *p* sich eines ewigen Tages freue, der andere *s* in immerwährende Nacht gehüllt sei, sondern wir wissen, daß auf unserem Erdballe dieses Verhältniß wechselt, daß, wenn der Nordpol ein halbes Jahr lang der Sonne genoß, nun die Reihe des Tages an den Südpol komme, während die Bewohner des Nordpols und seiner Umgegend sich eine mehrmonatliche Nacht gefallen lassen müssen. Dem nämlichen Wechsel sind, wenn auch in minder auffallendem Grade, die Bewohner aller Erdzonen vom Pole bis zum Aequator ausgesetzt, und es erhebt

sich die Frage: Da dieser Wechsel der Jahreszeiten nicht aus der Stellung der Erdaxe im Weltraume allein erklärlich ist, welches ist die eigentliche Ursache dieses genannten Wechsels? Die Antwort ist einfach: Der Wechsel der Jahreszeiten wird verursacht:

a) durch die unveränderliche Stellung der Erdaxe im Weltraume und

b) durch die Fortbewegung der Erde in ihrer elliptischen Bahn um die Sonne binnen beiläufig 365 Umwälzungen unseres heimathlichen Planeten um seine Axe.

Die Statthaftigkeit der Thatsachen *a* und *b* scheint auf einen flüchtigen Blick nicht gut mit einander verträglich zu sein; denn man sollte denken, wenn *Fig. 15* die Axe *n s* der rotirenden und fortschreitenden Erde immer die nämliche, also in ihren Richtungen parallele Lage behalten sollte, wie die Figur zeigt, so könnte die Verlängerung derselben nicht das ganze Jahr hindurch dieselben beiden Punkte am scheinbaren Himmelsgewölbe, nämlich den Nord= und Südpol an letzterem treffen; denn wenn *s n* in der Erdlage *D* verlängert einen bestimmten Stern trifft, so müßte dieser Stern von dieser verlängerten Axe wohl in der Stellung *B*, keineswegs aber in den Stellungen *A* und *C* getroffen werden; denn in *A* müßte die verlängerte Axe *s n* rechts und in *C* links von diesem Sterne vorbeigehen. — Wenn man dies behauptet, hat man vollkommen Recht; aber da wir diese, ob auch wirklich stattfindende scheinbare Verrückung der Pol-Punkte am Himmelsgewölbe während eines Jahres mittelst seiner Messungen nicht bemerken und ausfindig machen können, so sind wir berechtigt zu sagen, daß, wenn während eines Umlaufes der Erde um die Sonne die Lagen *n s* in *A, B, C, D,* beständig unter sich parallel bleiben, es uns dennoch scheine, als ziele die verlängerte Erdaxe beständig genau nach denselben Punkten (Polen) an der Himmelskugel. Dieses würde jedoch keineswegs der Fall sein, wenn die Fixsterne uns näher lägen, denn alsdann würde während eines Umlaufes der Erde um die Sonne jeder Pol am Himmelsgewölbe einen kleinen Kreis zu beschreiben scheinen. Das erwähnte Verhältniß wird anschaulicher, wenn wir den Durchmesser der Erdbahn und des Fixsternhimmels in ein Modell verjüngen. Setzen wir den Durchmesser der Erdbahn gleich einem Schuh, so beträgt, auf dieses Modell zurückgeführt, die Entfernung eines der näheren Fixsterne über 80 Weg-Stunden, und nun kann man dem Beanstandenden gegenüber die Frage stellen: Dürfen wir in der Ausübung zwei Linien, deren gegenseitige Entfernung einen Schuh beträgt, und die erst in einer Entfernung von 80 Stunden Weges sich schneiden, d. i. in einem so weit entfernten Punkte zusammentreffen, nicht als parallel ansehen, und umgekehrt, wenn diese beiden Linien wirklich streng parallel sind, und wir zielen längs der ersten eine 80 Stunden weit entlegene

Bergkuppe an, werden wir nicht die nämliche Bergkuppe im Auge haben, wenn wir längs der andern Linie hinzielen?

Aber warum bleibt die Rotationsaxe während des Umlaufs der Erde um die Sonne beständig mit sich selbst parallel?

Wir entgegnen: Ja warum sollte denn die Erdaxe, wenn sie einmal eine bestimmte Lage *n s* im Weltraume (in der Zeichnung die Richtung von unten nach oben) gewonnen hat, ohne hinreichende Ursache diese Richtung verändern? — Daß die Erdaxe während ihres Umzugs um die Sonne ihren Parallelismus beibehält, daran ist nichts zu erklären; und es ist wirklich sehr befremdend, daß so mancher Naturforscher sich mit einer solchen Erklärung abmühte, die von Niemanden gefordert werden kann. Wenn aber die Erdaxe aus der einmal gewonnenen Lage in eine andere überginge (was in langen Zeitperioden der Fall sein wird), dann wäre eine Veränderung aufgetreten, und alsdann könnte man auffordern, die zureichenden Gründe dieser Veränderung anzugeben. Wer fragt, warum die Lagen der Erdaxe während eines Umlaufes der Erde um die Sonne immer unter sich parallel bleiben, darf mit dem nämlichen Rechte sich erkundigen, warum denn die Erde nicht einmal aufhöre, sich während ihrer Rundreise um die Sonne um ihre eigene Axe von Westen nach Osten zu schwingen, und warum sie nicht auch einmal zur Abwechslung sich von Osten nach Westen um sich selbst drehe? Dieser Parallelismus der Erdaxe enthält gar nichts Geheimnißvolles; diesen Parallelismus der Drehungsaxe können wir an dem bunten Lederball beobachten, der aus der Hand des Knaben rollt; die Natur hat für die planetarischen Kugeln, die um die Sonnenmasse ziehen, keine andere Gesetze gemacht, als für das winzige Eiskügelchen, das aus der Wolke fällt; dort oben im Weltraume, wo der Widerstand des Mittels beinahe Null ist, erleiden nur diese starren Gesetze der Bewegung nicht so viele Störungen, als an der Nähe der Erdoberfläche in unserer dichten Atmosphäre.

Hätte unsere Erde eine solche Lage ihrer Drehungs-Axe gewonnen, wie die in *Fig. 15 Tab. II* gezeichnete, so wären wir Bewohner derselben ungefähr so daran, wie die Bewohner des Planeten Uranus, dessen Axe, wie bereits oben berührt wurde, eine der in *Fig. 15* gezeichneten sehr ähnliche Stellung hat. Es würden dann bezüglich der Sonnebeleuchtung folgende Verhältnisse auftreten:

a) In der Stellung *D* würde dem Nordpol, der dann seinen Hochsommer hätte, die Sonne im Zenith stehen, die Nordhälfte der Erde hätte beständigen Tag, die Südhälfte beständige Nacht; den Bewohnern des Aequators stünde die Sonne im Horizont und beschriebe längs desselben innerhalb 24 Stunden ihre scheinbare Bahn.

b) Wäre die Erde in *A* angelangt, so stände die Sonne beiden Polen *n* und *s* im Horizont, den Aequatorial=Bewohnern culminirte sie im Zenith, auf der ganzen Erde wären Tag und Nacht gleich, die Nordhälfte würde Herbst, die Südhälfte Frühling haben.

c) Bei der Stellung *B* träte der Hochsommer der Südhälfte und der tiefste Winter der Nordhälfte ein, und alle Beleuchtungs= und Erwärmungs=Verhältnisse des Erdballs wären gerade die entgegengesetzten, als in der Lage *D*.

d) In der Lage *C* wiederholen sich die Verhältnisse, welche die Erde in der Lage *A* hatte, nur mit dem Unterschiede, daß jetzt die Südpol=Hälfte Herbst und die Nordpol=Hälfte Frühling hätte.

e) Zwischen den Lagen *D* und *A*, *A* und *B* u. s. f. treten Beleuchtungs= und Erwärmungs=Verhältnisse ein, wie sie selbst ein flüchtiger Hinblick auf die *Fig. 15* erkennen läßt, wo beispielsweise die Erde in der Zwischenstellung *N* gezeichnet ist.

Fig. 15 zeigt die Erde in einer solchen Axenstellung, daß die Ebene des Erdaequators senkrecht auf der Ebene der Erdbahn steht, so daß also die Schiefe der Ecliptik 90° beträgt. — Nun aber nehme man an, die Ebene des Aequators *a b c* falle mit der Ebene der Erdbahn zusammen, wie in *Fig. 16* gezeichnet ist; die Schiefe der Ecliptik sei = 0°, ein Verhältniß, welches näherungsweise beim Planeten Jupiter stattfindet; in diesem Falle ist leicht ersichtlich, daß während des ganzen Jahres sowohl der Nordpol *n*, als der gegenüberliegende, in der Zeichnung nicht sichtbare Südpol die Sonne *s* unaufhörlich im Horizonte behält. Dem Aequator würde sie bei dieser Stellung der Erdaxe täglich im Zenith sein, und für jeden Punkt der Erdoberfläche beständig um Mittag in der nämlichen Höhe über dem Horizonte culminiren, kurz, unser Erdball würde beständig in dem Verhältnisse sein, in welchem er sich jetzt wirktich zweimal im Jahre um die Zeit der Frühlings= und Herbst=Tag= und Nachtgleiche befindet.

Als dritter Fall sei angenommen, die Drehungs=Axe des Erdballs habe weder die Lage wie in *Fig. 15*, wo sie in der Ebene der Erdbahn selbst liegt, noch die Lage, wie in *Fig. 16*, wo sie senkrecht auf der Ebene der Erdbahn steht, sondern eine zwischen diesen beiden Lagen befindliche; die Ebene des Aequators stehe weder senkrecht auf der Ebene der Erdbahn, wie in *Fig. 15*, noch falle sie mit derselben zusammen, wie in *Fig. 16*, sondern die Ebene des Aequators sei unter irgend einem Winkel z. B. von 23½° gegen die Ebene der Erdbahn, d. i. der Ecliptik geneigt, wie in *Fig. 17* angedeutet ist, welche Beleuchtungsverhältnisse von Seite der Sonne in *S* werden stattfinden?

a) In der Lage (1) wird der Nordpol bis 23½° nach Süden hinab, also bis zum Polarkreise, während einer Axendrehung der Erde von der Sonne bestrahlt, die Sonne geht ihm also nicht unter.

b) In der Lage (2) behält der Nordpol *n* die Sonne beständig im Horizont, während sich die Erde um ihre Axe dreht. Alle Parallel-Kreise werden durch die Beleuchtungsgrenze *rt* halbirt; auf der ganzen Erde hat demnach Tag und Nacht gleiche Länge.

c) In der Lage (3) hat sich, während die Erdaxe ihren Parallelismus beibehält, der Nordpol soweit von der Sonne abgewendet, daß ihn bis 23½° nach Süden herab ihre Strahlen während einer Axendrehung der Erde gar nicht mehr treffen, er daher in dauernde Nacht gehüllt erscheint.

d) In der Lage (1) wiederholen sich die Verhältnisse in der Lage 2.

e) In der Lage (1) hat der Nordpol seinen Hochsommer, der Südpol dagegen tiefsten Winter.

In der Lage (2) tritt für den Nordpol der Herbst, für den Südpol der Frühling ein.

In der Lage (3) hat der Nordpol, also die Nordhalbkugel Winter, die entgegengesetzte Sommer.

In der Lage (4) endlich tritt für den Nordpol und die Nordhälfte der Erdkugel Frühling, für die entgegengesetzte der Herbst ein u. s. f.

f) Für jeden Punkt der Erdoberfläche zwischen dem Nordpol *n* und dem Aequator *a c q* nimmt die Tageslänge von der Lage 1 bis zur Lage 3 ab, und auf der entgegengesetzten Erdhälfte zu; für jeden Punkt zwischen dem in der ***Fig. 15*** nicht sichtbaren Südpol und dem Aequator findet das entgegengesetzte Verhältniß statt.

In den Lagen 2 und 4 sind alle Tag- und Nachtbogen einander gleich, daher haben im Frühlinge und Herbste in diesen Lagen die Bewohner der ganzen Erdoberfläche Tag- und Nachtgleiche.

Diese in der ***Fig. 15*** gezeichnete Lage der Erdaxe gegen die Ebene der Erdbahn findet nun in der That statt, und durch diese einfache Annahme einer solchen unveränderlichen Richtung der Drehungs-Axe, mithin auch der Aequatorial-Ebenen erklärt sich der Wechsel der Jahreszeiten auf die einfachste ungezwungenste Einnahme.

Wir haben also Sommer, nicht weil wir dann der Sonne näher sind, sondern weil (siehe Lage 1) die Erdgegend, die wir bewohnen, der Sonne mehr

zugewendet ist, wir haben Winter, nicht weil wir eine größere Entfernung von der Sonne erreichen, sondern weil (siehe Lage 3) unser Wohnort auf der Erd-Oberfläche sich mehr von der Sonne abgewendet hat.

Weil die Erde nicht in einem Kreise, sondern in einer elliptischen Bahn um die Sonne zieht und weil die Sonne nach der Lage (3) hin excentrisch steht (siehe *Fig. 16*), so sind wir, wie oben bemerkt, im Winter der Sonne etwas näher, als im Sommer (Lage 4). Hiedurch wird unser nordischer Winter um etwas ermäßigt. Da ferner die Erdkugel wegen der größeren Nähe an der Sonne die Bahnhälfte 2, 3, 4 von unserem Herbste bis zu unserem Frühlinge in kürzerer Zeit durchlauft, als die Bahnhälfte 4, 1, 2 von unserem Frühlinge in 4 bis zu unserem Herbste in 2, und außerdem diese (uneigentlich so genannte) Bahnhälfte wegen des excentrischen Standes der Sonne größer ist, als die andere, so ist die Zeit vom Eintritte des Herbstes bis zum Eintritte des Frühlinges, also unser Winterhalbjahr um einige Tage kürzer als unser Sommerhalbjahr; ein Umstand, der gleichfalls viel dazu beiträgt, die Kälte unseres nordischen Winters zu mäßigen, und der es erklärlich macht, daß in nördlichen Breitegraden der Mensch noch bequem wohnen kann, während südliche von der nämlichen Gradenzahl schon kälteerstarrt und kaum mehr bewohnbar sind. Dieses Verhältniß wird sich nach Jahrtausenden in das umgekehrte gestalten; unser Nordwinter wird dann der längere und der Winter der Südhälfte der Erde der kürzere sein und es ist nicht unwahrscheinlich, daß großartige Erdrevolutionen im Gefolge dieses Wechsels sein werden.

§. 69.

Ursachen des physischen Klima.

Wenn ein Urtheil über die Gründe des physischen Klima irgend eines Ortes unserer Erdoberfläche gefällt werden soll, so können etwa folgende Fragen gestellt werden:

a) Wie hoch über dem Meeresspiegel liegt der fragliche Ort?

b) Wie nahe am Meere, oder wie weit entfernt von ihm?

c) Wie nahe an Gebirgen; von welcher Höhe sind diese Gebirge, auf welcher Seite des Gebirges liegt hinsichtlich der Weltgegenden dieser Ort, wie abgedacht nach den Weltgegenden?

d) Ist er geschlossener, bergumgürteter Lage, oder den Winden ausgesetzt, und welches sind die herrschenden Winde?

e) Befinden sich in mehr oder minder unmittelbarer Nachbarschaft größere Waldungen, Seen, Sümpfe, Flüsse?

f) Welche Bodenbeschaffenheit kommt dem Orte zu, welches ist der Untergrund dieses Bodens?

g) Welches sind die vulkanischeu oder plutonischen Verhältnisse des Ortes u. s. w.?

ad a) Da die Luft ein elastisch-flüssiger Körper ist, so wird jede tiefer liegende Schichte derselben von allen ober ihr liegenden Schichten gepreßt, die Luft wird also mit zunehmender Höhe dünner. Ferner ist es ein durch die Erfahrung bestätigtes Naturgesetz, daß so wie ein leuchtender Körper Licht, also ein erwärmter Wärme ausstrahle, und durch dieses Ausstrahlen des Wärmeüberschusses erkaltet, d. i. die Temperatur seiner kälteren Umgebung annehme; dieses Ausstrahlen und vielmehr Verstrahlen der Wärme findet in luftleerem Raume am schnellsten statt, um so langsamer hingegen, je dichter die Luft ist, welche den erwärmten Körper umgibt. Die Felsenkuppe eines Hochgebirges wird zwar von so dichten Sonnenstrahlen getroffen, als befände sie sich in der Tiefe des Thales; aber die Wärme, welche die sie treffenden Sonnenstrahlen in ihr absetzen, kann sich nicht sammeln, indem sie wegen der verdünnten Luft, welche die Felsmasse umhüllt, eben so schnell wieder verstrahlt, als sie sich durch Einwirkung des Sonnenlichtes erzeugt hat. Diese Felskuppe wird also um so weniger erwärmt, in je höherer Schichte unserer Atmosphäre sie sich befindet, je dünner also die sie umgebende Luft ist. — Hat diese Höhe einen gewissen Grad erreicht, so ist selbst die Sonnenwärme unter den Tropen nicht mehr im Stande, den Schnee wegzuschmelzen, der auf so hochgelegene Berggipfel fiel, und sie erglänzen dann selbst den Sommer hindurch in ihrer Schneeumhüllung, die man der Dauer halber ewigen Schnee heißt. Die Höhe, in welcher an irgend einem Orte selbst im Sommer der Schnee nicht mehr schmilzt, nennt man die Schneegrenze eines Ortes; diese liegt um so höher über dem Meeresspiegel, je näher der Ort unter übrigens gleichen Verhältnissen dem Aequator liegt. Unter den Polen sinkt diese Schneegrenze bis herab zum Meeresspiegel.

Es ist begreiflich, daß je höher der Wohnort eines Menschen liegt, ihm die aus den Sonnenstrahlen ausgeschiedene Wärme um so weniger zu statten komme, desto kälter also das physische Klima dieses Ortes genannt werden müsse. — Dieses von der Höhe über dem Meeresspiegel abhängige Klima ist in weiten Hochebenen weit wärmer, als auf eben so hoch gelegenen vereinzelten Bergpartien, weil im ersten Falle die natürliche unterirdische Wärme des Erdballs erhöhend auf die Temperatur wirkt, auch die Wärme nur nach oben in

die verdünnte Atmosphäre verstrahlen kann, während vereinzelte Bergpartien bereits bis in ihre inneren Massen erkaltet und von mehreren Seiten von der verdünnten, die Wärmeverstrahlung begünstigenden Luft umgeben sind.

ad b) Die Nähe größerer Meere, so lange sie nicht mit Eis bedeckt sind, wirkt sowohl in den Tropengegenden, als hoch nach Norden und Süden günstig auf das Klima eines Landstriches bezüglich seiner Bewohnbarkeit, indem bekanntlich in heißen Gegenden das Wasser eine niedrigere Temperatur hat, als die über ihm ruhende, von den Sonnenstrahlen durchwärmte Atmosphäre. Während daher tief in einem Binnenlande die Sommerhitze unerträglich sein mag, gewährt eine kleinere Insel, obgleich unter dem nämlichen Breitegrade gelegen, bezüglich des dort herrschenden Klima den angenehmsten Wohnort. Gegentheils wird während des Winters eine am Gestade eines nicht eisbedeckten Meeres gelegene Gegend eine mildere Temperatur haben, als wenn sie tief im Binnenlande läge, wenn auch unter dem nämlichen Breitegrade, weil das nicht so weit als die Atmosphäre erkaltete Wasser für letztere eine Wärmequelle abgibt. Daß Seeströme, welche kälteren Gegenden erwärmtes und tropischer gelegenen erkaltetes Wasser zuführen, ebenfalls mildernd und vortheilhaft auf das physische Klima entsprechend gelegener Orte der Erdoberfläche wirken müssen, ist klar.

ad c) Wenn wir während der lästig heißen Mittagszeit im Sommer rings um ein freistehendes, mit einer Fronte nach Süden sehendes Gebäude gehen, so finden wir, wie viel angenehmer der Aufenthalt an der Nordseite, als an der Südseite des Gebäudes ist. Im Winter dagegen machen wir die entgegengesetzte Erfahrung. — Wandeln wir beim ersten Wiedererwachen des jungen Frühlings um einen in einer Ebene sich erhebenden Hügel, so können wir gewahren, wie auf der Südseite desselben bereits die Erstlingsblüthen des Lenzes aus zartem Grün ihre Kelche heben, während die Nordseite noch keine Spur des Erwachens der Vegetation aus dem Winterschlafe zeigt. Weit auffallender und in größerem Maßstabe tritt dieses Verhältniß auf für die Landschaften, welche an der Süd- oder Nordseite mächtiger mit ewigem Schnee bedeckter Gebirge liegen. Hier kann der Fall auftreten, daß das physische Klima der Landschaften auf der Südseite mild genug ist, um im Frühlinge den Mandelbaum zur Blüthe zu bringen, während auf der Nordseite der Winter noch seine ungeschwächte Herrschaft geltend macht.

Welchen Einfluß die Abdachung einer Landschaft gegen Süden, Norden oder einer andern Weltgegend auf das physische Klima äußert, sehen wir in verjüngtem Maßstabe bei genauerer Beobachtung der landwirthschaftlichen Erzeugungsfähigkeit einzelner einander ganz nahe gelegener Bodenparcellen. Während

z. B. diese bestimmte Abdachung eines Rebenhügels in den Ländern des Weinbaues den edelsten Wein trägt, erzeugt ein ganz nachbarliches Gelände von derselben Bodengüte, mit Reben von derselben Art bepflanzt, ein ganz mittelmäßiges Getränke; ja selbst in Gegenden, wo kein Wein mehr gebaut wird, trifft man einzelne Plätze, welche dieses edle Bodenerzeugniß noch ausnahmsweise liefern, und zwar mittelst ihrer Lage gegen Süden und ihrer Abdachung.

ad d) So wie der Einfluß des Windes, z. B. bei uns besonders des herrschenden Nordwestwindes, sich schon in landwirthschaftlicher Hinsicht bei einzelnen Geländen geltend macht, so tritt dieses Verhältniß vergrößert für ganze Landstriche auf, um die Eigenthümlichkeit des physischen Klima zu erzeugen. Es kann natürlich nicht gleichgültig für einen gegebenen Erdstrich in dieser Beziehung sein, ob er gegen Winde geschützt sei, die aus kälteren Erdstrichen wehen, ob er solchen zugänglich sei, deren Wiege eine wärmere Gegend ist; ob Seewinde die Feuchtigkeit des Meeres ihm zuführen, ob Winde, die durch wasserlose Wüsten streichen, seine Feuchtigkeiten aufzehren.

ad e) Der Einfluß weitgedehnter Waldungen auf das physische Klima eines Ortes ist durch langjährige Erfahrung hinlänglich bekannt, und geht auch aus der Natur der Sache hervor. Ausgedehnte Waldungen geben ein Hinderniß gegen die Wirkungen des Windes ab, verwehren aber den wärmenden Strahlen der Sonne freien Zutritt, geben Sammlungsplätze für atmosphärische Feuchtigkeit ab, bilden eine schützende Decke gegen Verstrahlung der natürlichen Erdwärme, und machen dadurch ungefähr folgenden Einfluß auf die Beschaffenheit des physischen Klima geltend.

Heiße Erdstriche werden, wenn sie von tiefen Waldungen bedeckt sind, hiedurch, wenn nicht Ausnahmsverhältnisse obwalten, kühler und wohnlicher.

In kalten Landstrichen äußern Waldungen einen wohlthätigen Einfluß, indem die Extreme von Sommerhitze und Winterkälte einander genähert, und diese Gegenden bei passendem Verhältnisse zwischen den bewaldeten und waldentblößten Theilen wohnlicher werden.

Bewaldete Erdstriche im warmem Klima sind reicher an Feuchtigkeit und daher fruchtbarer, als waldentblößte.

Eine Binnensee, Sümpfe und größere Flüsse wirken ähnlich auf das physische Klima, wie die Nachbarschaft oceanischer Wassersammlungen; da aber Flüße und kleinere Seen leichter sich mit Eis bedecken, als das Meer, so macht ihre Nachbarschaft in kalten Zonen die Winter strenger, die Sommer jedoch kühler.

ad f) Jeder, der gewohnt ist, bisweilen an schönen Sommerabenden, be-

sonders bis spät in die Nacht, durch verschiedene Gegenden einer Flur zu wandern, wird die Erfahrung gemacht haben, daß beim Hingehen über gewisse Stellen eine auffallende Kühle sich wahrnehmbar macht; dieses Verhältniß tritt an den Stellen der Bodenoberfläche auf, unter welchen Quellen befindlich sind. Ferner sehen wir aber auch, daß bei tiefstehender Atmosphären-Temperatur jene Bodenstellen, unterhalb welcher sich lebendige Quellen befinden, eines üppigeren Pflanzenwuchses sich erfreuen, weil das unterirdische Wasser ihnen einen höheren Wärmegrad mittheilt. Das nämliche Verhältniß findet statt, wenn auch in vergrößertem Maßstabe, wo sich weit ausgedehnte unterirdische Wassersammlungen befinden. Dergleichen Landstriche werden, wenn in heißem Klima gelegen, weniger durch Hitze belästigt sein; liegen sie im gemäßigten Klima, so wird ihr Sommer kühler, ihr Winter aber weniger streng sein.

Die Erfahrung lehrt, daß uns Keller oder natürliche Höhlen im Sommer kühl und im Winter warm erscheinen. Die Erdoberfläche nämlich hat bis auf eine gewisse Tiefe hinab selbst eine eigenthümliche Wärme; geringer bei uns, als die mittlere Temperatur des Sommers, höher stehend als die mittlere Temperatur unseres Winters. Wo diese mittlere Erdwärme eine gute Leitung nach oben findet, da wird die Sommerhitze sowohl, als die Winterkälte ermäßigt erscheinen; wo aber diese Leitung nur unvollkommen und erschwert ist, da wird die Temperatur der Oberfläche abhängiger sein von der jezeitigen Temperatur der Atmosphäre. Daß dieses Verhältniß auch seinen Einfluß äußere, wenn es sich um das physische Klima eines ganzen Erdstriches handelt, ist einleuchtend.

ad g) Bei genauerer Untersuchung finden wir, daß die Oberfläche der Erde aus solchen Stoffen bestehe, die das Erzeugniß eines ehemals vergangenen Verbrennungsprozesses sind. Die Erden nämlich, die wir entweder in Form dichter Gesteine oder in pulveriger Gestalt an der Erdoberfläche finden, sind nicht chemisch einfache Stoffe oder Elemente, wofür die älteren Naturforscher sie hielten, sondern sie bestehen aus einer metallischen Grundlage, Metalloid, welche sich mit Sauerstoff verbunden hat. Nun lehrt aber die Erfahrung, daß die Verbindung eines Stoffes mit Sauerstoff beinahe immer mit Entwicklung von Wärme und Licht verbunden sei. Erhitzen wir z. B. Phosphor, den die Chemie als einfachen Stoff angibt, in unserer Atmosphäre bis auf einen gewissen Grad, so wird er plötzlich die bekannte Erscheinung des sogenannten Verbrennens gewähren; er geht nämlich eine Verbindung mit dem Sauerstoffe unserer Atmosphäre ein, und bildet einen dritten (zusammengesetzten) Stoff, nämllch Phosphorsäure; die Bildung dieser letzteren ist aber mit ungemein heftiger Licht- und Wärmeentwicklung vergesellschaftet.

Ein ähnliches Verhältniß tritt in die Wahrnehmung, wenn Schwefel, gleichfalls ein einfacher Stoff, bis zu gewissem Grade in der Atmosphäre erhitzt wird; er verbindet sich mit dem Sauerstoff derselben unter Entwicklung von Wärme und dem bekannten bläulichen Lichte zu schweflicher Säure.

Eben so verbindet sich Kohle mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre unter Licht- und Wärmeerscheinungen zu kohlensäuerlicher oder kohlensaurer Luft.

Wirft man ein Kügelchen Kalium, metallische Grundlage der Pottasche, in Wasser, so entzündet es sich augenblicklich und verbindet sich unter heftiger Entwicklung von Licht und Wärme mit dem im Wasser enthaltenen Sauerstoff zu Kali (Pottasche), die sich in dem rückständigen Wasser sogleich auflöst.

Aehnliche Erscheinungen gewährt das Natrium, die metallische Grundlage des im Meerwasser vorkommenden Natrons; das Silicium, die metallische Grundlage der Kieselerde; das Calcium, die metallische Grundlage der Kalkerde; das Aluminium, die metallische Grundlage der Thonerde u. s. f. — Alle diese zusammengesetzten Stoffe, welche die feste Erdrinde bilden, können nur durch gewaltige riesenhafte Verbrennungsprozesse ins Dasein getreten sein, in einer Zeit, in welche weder Geschichte noch Sage hinausreicht.

Das Wasser selbst, eines von den 4 Elementen der älteren Naturforscher, ist nicht einfach, sondern besteht aus Wasserstoff und Sauerstoff. Diese beiden Stoffe müssen doch gewiß eher da gewesen sein, als das aus ihnen zusammengesetzte Wasser, welches $^2/_3$ der Erdoberfläche bedeckt, welches in Gestalt von Quellen unterirdisch — in Meeren, Seen, Flüssen und Bächen irdisch — in Gestalt von Wolken oberirdisch — vorkommt. Heute noch kann die Chemie Wasser aus diesen beiden Grundstoffen, Wasserstoff und Sauerstoff, bilden; füllt man z. B. eine Thierblase mit einem Gemenge von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas und bringt an eine kleine Oeffnung derselben einen brennenden Spahn, so entsteht unter Aufblitzen einer sehr hellen Beleuchtung plötzlich eine heftige Explosion; beide Gase haben sich nämlich zu Wasser vereinigt, es entwickelte sich aber in Folge dieser Verbindung ein so hoher Wärmegrad, daß das so eben gebildete Wasser, urplötzlich in Dampf verwandelt, die umgebende Hülle unter Lufterschütterung sprengte.

Aus diesen aufgeführten Thatsachen wird erkannt werden, daß bei Bildung unserer irdischen Gebirgsarten, bei Bildung der auf der Erde befindlichen Wassermassen, ja früher schon bei der ursprünglichen Bildung unseres Planeten selbst sich ein Hitzegrad entwickelte, für den wir selbst nicht in unseren Hoch- und Glasöfen, sondern etwa nur in den Tiefen unserer Erdvulkane eine Nachbildung haben. —

Als die Erde sich gebildet hatte und in Form einer geschmolzen flüssigen Kugel bereits in geregelter Bahn um die Sonne zog, bereits, eben weil sie flüssig war, sich an den Polen in Verhältniß ihres Axenschwungs abgeplattet hatte, war ihre Oberfläche noch nicht der Schauplatz tausendfältigen Lebens, nein nur der wilde Tummelplatz chemischer und mechanischer Gewalten; das Meer fand noch keine Stätte an ihrer glühenden von emporsteigenden Gasen und Dämpfen bewegten Oberfläche, weil, so wie die Gewässer aus der in großer Höhe die Erde umwölbenden Dunstmassen sich niederschlugen, sie sogleich wieder verdampften, wie der Tropfen Wassers, der auf glühendes Eisen fällt. War in der Zeit ihrer ursprünglichen Bildung, als sich die einfachen Stoffe mittelst eines gewaltigen Verbrennungsprozesses mit einander verbanden, um jene Stoffe zu bilden, die jetzt der Erde angehören, letztere den Bewohnern anderer, in ihrer Daseinsperiode bereits weiter vorgeschrittenen Himmelskörper als hellleuchtender Firstern erschienen, vielleicht, wie einst das bekannte cosmische Meteor in der Cassiopria, von ihnen als neuer Stern bewundert worden, so mußte sie später für die Bewohner unserer Nachbarplaneten die nämlichen Erscheinungen darbieten, wie wir sie jetzt am Jupiter und Saturn, ja zum Theil an Venus und Mars wahrnehmen. Von fernen Planeten aus wurde nicht ihr glühender Kern, sondern nur ihre hohe atmosphärische Umhüllung gesehen, deren Durchmesser veränderlich sein mußte, wie es jetzt die Durchmesser von Jupiter und Saturn. — Allmälig kühlte sich aber die äußerste Erdkruste ab, dünn wie sie war, wurde sie durch die unterirdischen (plutonischen) Feuergewalten vielfältig zerrissen und gehoben; es entstanden Erhöhungen und Einsenkungen, das Meer begann sich aus der massenhaften Wolkendecke, durch welche kein Sonnenstrahl auf den heißen Erdkern dringen konnte, niederzuschlagen, in den tieferen Stellen der Oberfläche sich zu sammeln. Zwar wurde hiedurch die Dunsthülle der Erde lichter, hätten damals schon denkende Wesen unseren Heimathplaneten bewohnt, so würden sie wohl schon den Ort am umwölkten Himmel haben bemerken können, ober welchen die Sonne stand, so wie jetzt die Bewohner der Venus; aber damals war die Erde noch nicht mit fruchttragenden Bäumen und Stauden, noch mit duftenden Blumen ausgestattet, um dem Menschen als Paradies die Reize des Lebens genießen zu lassen. Von der Vorsehung wurde die Veranstaltung getroffen, dem kommenden Menschengeschlechte eine passende Wohnung herzustellen. So wie sich die erstarrte Erdkruste verdickte und verfestigte, das neugebildete Meer bis zu gewissem Grade herab sich gekühlt hatte, da machten sich die schaffenden Kräfte der organischen Sphäre mit Macht geltend; ein üppiger aber einfacher Pflanzenwuchs bedeckte das von häufigen Erdbeben erschütterte Festland, das Riesengethier der vorgeschichtlichen Urwelt durchwanderte die menschenleere Pflanzenwüste,

durchwühlte die weitgedehnten Sümpfe, bevölkerte die warmen Tiefen des Oceans — aber damals gab es auf der Erde noch kein geographisches Klima; denn noch nicht strahlte die Sonnenscheibe blendend am blauen Tropen-Himmel, noch nicht schlich sie träg am Horizonte der Polarländer hin; durch eine noch dichte Wolkenhülle sendete sie nur ungewisse trübe Leuchtung auf die Erdenlandschaften. Unabhängig waren die damaligen Organismen der Erdoberfläche von dem Stande der Sonne über ihrem Horizonte; denn nur durch eine dünne Schichte erstarrten Minerals waren sie getrennt von dem Lava-Ocean der Tiefe; nicht von oben, sondern von unten bezogen sie ihre benöthigte Wärme, wie das Kind am Mutterbusen, so wärmte sie die Nähe der jungen Erde. Damals ergingen sich abenteuerlich gestaltete Mammuths und Riesenfaulthiere in den Palmenwäldern am Nordpol, damals durchrauschten krocodillartige nur in der heißen Zone gedeihende Amphibien die stilleren Einbuchtungen des Meeres und in weit gedehnten Sümpfen in unseren Breiten, in welchen damals jene der üppigen Entwicklung von Pflanzen- und Thierorganismen so günstige feuchte schwüle Temperatur herrschte, wie die Erwärmung von unten sie gewährte, wie wir sie in verkleinerten Maßstabe in einem Lohbeete, dessen Erdschichte ebenfalls von unten erwärmt wird, beobachten können. Dieses Verhältniß mochte wohl Jahrtausende hindurch bestanden haben, aber so wie die Wolkenhülle der Erde sich klärte, so wie die erstarrte Schale unseres Planeten im Durchmesser gewann, so wie die Macht der unterirdischen Erwärmung abnahm, begann der Stand der Sonne, die nun am klaren Himmel strahlen konnte, seinen Einfluß zu äußern auf die Erwärmung der verschiedenen Zonen unserer planetarischen Kugel, da erst begann ein geographisches Klima in die Wirklichkeit zu treten, welches aber, und wohl oft im schnellen Wechsel, durch nachzüglerische Wirkung unterirdischer (plutonischer) Gewalten verändert wurde. Auch in dieser Periode erhoben sich Urgebirge durch Emporheben bereits erhärteter Schichten und Heraufquellen der jetzt schon zähflüssig werdenden geschmolzenen Mineralmassen, die lange Reihen von Jahren in ihrem Innern fortglühend, die Umgebung dauernd erwärmen mußten, sowie sie im Momente ihres Emporquellens tausenden und tausenden lebender Geschöpfe entweder durch ihre Glühhitze oder, falls die Hebungen unterseeisch begannen, dadurch den Tod brachten, daß sie die Bewohner der See in's Trockne brachten, woraus das Vorkommen von Fischabdrücken und Muscheln in Höhen erklärlich, in welchen offenbar die See niemals gestanden haben konnte. Später, gegen die Periode hin, in welcher das Menschengeschlecht auf den Schauplatz seines Wirkens und Duldens trat, schob sich das physische Klima mehr und mehr in den Hintergrund, die Wärmeunterschiede in den verschiedenen Zonen vom Aequator gegen die Pole hin wurden immer größer; aber die

Ursachen, welche einst der Oberfläche der Erde eine gleichförmige Temperatur gaben, waren und sind immer, wenn auch in ihren Wirkungen beschränkt, noch vorhanden, und wirken abändernd auf das physische Klima einzelner Landstriche.

§. 70.

Die dreifache Lage der Himmelskugel.

Aus drei verschiedenen Standpunkten auf der Erde zeigt sich das die Erde umgebende scheinbare Himmelsgewölbe auf drei verschiedene Arten:

1) Dem Erdbewohner unter dem Aequator geht der Aequator des Himmels durch den Scheitelpunkt (Zenith), und die Weltpole liegen ihm im Horizont; folglich steigt die Sonne mit allen übrigen Himmelskörpern bei der täglichen scheinbaren Umdrehung des Himmels senkrecht gegen seinen Horizont auf und unter. Man sagt daher von einem solchen Erdbewohner unter dem Aequator, er habe die Himmelskugel geradè oder senkrecht (*habet sphaeram rectam*). Alle Sterne, nördliche sowohl als südliche, gehen ihm täglich auf und unter, und bleiben 12 Stunden über und eben so lange unter dem Horizont. Da dieß auch von der Sonne gilt, so ist unter dem Aequator das ganze Jahr Tag und Nacht gleich.

2) Anders verhält es sich unter den Polen: Der gleichnamige Pol des Himmels erscheint im Scheitelpunkte, der Aequator fällt mit dem Horizonte des Erdbewohners zusammen, und die Weltaxe steht senkrecht auf der Kreis-Ebene des Horizontes. Hieraus folgt, daß die Kreise, welche die Sonne und alle übrigen Himmelskörper vermöge der täglichen scheinbaren Bewegung beschreiben, dem Horizonte parallel liegen. Man sagt daher, die Polbewohner, wenn es solche gibt, haben eine parallele Himmelskugel (*sphæram parallelam*).

Hier sieht man immer nur eine und dieselbe Halbkugel des Himmels, die andere ist dem Blicke stets verborgen. Sterne, die hier einmal sichtbar sind, bleiben es für immer mit Ausnahme der Sonne, des Mondes und der Planeten, die vermöge ihrer eigenthümlichen Bewegung bald diesseits, bald jenseits des Aequators, folglich auch des Horizontes, in welchem der Aequator für die Polbewohner liegt, erscheinen. Die Sonne geht also für den Nordpol auf oder unter, wenn sie durch die Frühlings- oder Herbst-Nachtgleichepunkte geht; sie erreicht für den genannten Pol ihre größte Höhe oder Tiefe, wenn sie den Wendekreis des Krebses oder Steinbocks erreicht. Die Polbewohner haben demnach binnen Jahresfrist nur einen Tag und eine Nacht — je von einem halben Jahre. Bemerkenswerth ist es, daß bei dieser Lage der Himmelskugel die Ein-

theilung des Horizonts nach Weltgegenden wegfällt, indem hier z. B. im Nordpol alle Winde aus Süden, und am Südpol alle Winde aus Norden kommen.

3) Zwischen dem Aequator und jedem Pole wird der Horizont des Erdbewohners vom Aequator schief durchschnitten. Er macht also mit dem Aequator einen mehr oder weniger spitzigen Winkel für die Bewohner eines gegebenen Ortes, je nachdem dieser mehr oder weniger vom Aequator entfernt ist. Nach Verhältniß dieses Winkels gehen ihm die Sonne und die übrigen Himmelskörper mehr oder weniger schief auf und unter. Man sagt daher von einem solchen Erdbewohner, er habe eine schiefe Himmelskugel (*sphæram obliquam*). Den Erdbewohnern, für welche die scheinbare Himmelskugel die erwähnte Lage hat, ist der eine Pol immer sichtbar, der andere immer unsichtbar. Einige Sterne gehen ihm daher nicht auf, andere niemals unter, und wieder andere gehen täglich auf und unter. Für die Erdbewohner unter schiefer Himmelskugel ist zweimal im Jahre Tag und Nacht gleich, die übrige Zeit hingegen der Tag bald kürzer, bald länger. Jedoch ist auch für die Bewohner unter dieser Sphäre, wenn alle Tages- und alle Nachtlängen summirt werden, die Sonne während des Verlaufes eines Jahres zu einer Hälfte desselben oberhalb, und zur andern unterhalb des Horizontes. — Da diese dritte Lage der scheinbaren Himmelskugel für ganz Europa stattfindet, so hat man bei Beschreibung der Bewegung der Himmelskörper vorzüglich auf dieselbe Rücksicht zu nehmen.

§. 71.

Schluß.

Von der Bildung der Erde und den Erd-Revolutionen wurde im Allgemeinen im §. 69 Seite 120 gehandelt; allein es mag immerhin dieser Gegenstand noch einmal in einer etwas andern Fassung und mit Berücksichtigung der Veränderungen der Erdoberfläche, welche sich in unserer vaterländischen Gegend zeigen, zur Sprache gebracht werden.

Ausgehend im §. 1 vom Weltalle wenden wir im letzten §. noch einmal unseren Blick auf dasselbe, welches da ist ein unendlicher Organismus, bestehend aus einzelnen Organen (Weltkörpern), die sich wieder in zahllose kleinere Organe scheiden, deren jedes für sich eine Welt im Kleinen (*Μικροκοσμος*) bildet. Dieses Weltall ist von Gottes Kraft durchdrungen, welche überall Leben und Geist, Regelmäßigkeit und Schönheit *) hervorbringen will, und hervorbringt.

Nun übergehend auf unsern Heimath-Planeten, ist unsere Erde ohne Zweifel

*) Daher den Griechen *Κοσμος* Welt und *Κοσμος* Schönheit.

als organischer Körper zu betrachten. Zwar fällt er als solcher nicht in den Kreis sinnlicher Wahrnehmung, doch dem Auge des Geistes zeigt er solche Thatsachen, daß er mit Grund dafür angenommen werden kann, nämlich für ein Thier*), riesenhaft dem Raume und der Zeit nach. Er hat also seine Lebens-Perioden, das Jugend-, Mannes- und Greisenalter — ob nicht auch Tod oder Untergang?

Wagen wir über diese Perioden Vermuthungen vorzubringen. Die Erde wird als feurig-flüssiger Ball angenommen (sieh §. 69 S. 120), der in seiner allmäligen Erhärtung nach Außen fortschritt, während in seinem Innern noch heute ein vulkanischer Kern sich befindet, der hie und da an Stellen der Erde seine Feuermasse hervorsprudelt und vielleicht Stoff zur einstigen Verbrennung des Erdballs geben mag. Einige Naturforscher nehmen an, daß in den ersten Zeiten der ganze Erdball von Wasser umfaßt war. Bei erfolgter Erdrevolution, wo die vier Elemente: Erde, Wasser, Luft mit Electricität im Kampfe begriffen waren, senkte sich die Erde, das Wasser füllte die Vertiefungen aus — es trat festes Land zu $\frac{1}{3}$ hervor, und den größeren Theil der Erdoberfläche zu $\frac{2}{3}$ hat das weitaufrauschende Meer eingenommen.

Die mütterliche Erde zeigte nun die ihr vom Schöpfer gegebene Urkraft (*vis dædala*). Nicht durch Samen von außen kommend und in sie gelegt, sondern von innen heraus durch sich selbst erhoben sich aus ihr Pflanzen, und das Meer bevölkerte sich mit Thieren von seltsamer Größe, bis hinab zu dem kleinsten Wurme. Hiemit stimmt überein jene ehrwürdige Urkunde, die Bibel (***Genesis I.*** 11 und 12).

War nun die Erde mit einem grünen Teppiche, mit Blumen, die durch Farbenpracht und Wohlgeruch sich auszeichneten, mit Stauden und Bäumen und anderen für Thiere und Menschen genießbaren Gewächsen und Früchten versehen, so entstanden in verschiedener Abstufung die Thiere. „Die Erde bringe hervor, heißt es a. a. O. Vers 24, belebte Wesen nach ihren Arten, Vieh und Ge-

---

*) Plato läßt in Timæos, übersetzt von Windischmann, Hadamar, 1804, S. 45 denselben sagen: „Es ist vernünftig und wahrscheinlich, daß diese Welt ein lebendiges, verständiges, und in Wahrheit durch Gottes Vorsehung entstandenes Thier sein müsse."

Schelling sagt in „Bruno oder über das göttliche und natürliche Princip der Dinge. Berlin 1802 S. 91: „Da jeder Weltkörper das ganze Universum in sich darzustellen, nicht nur bestrebt ist, sondern es wirklich darstellt, so sind auch alle zwar unendlicher Verwandlungen — gleich einem organischen Leibe — fähig, an sich selbst aber unverderblich und unvergänglich, frei ferner, unabhängig wie die Ideen der Dinge, losgelassen, sich genügend, mit einem Worte: Selige Thiere, und verglichen mit sterblichen Menschen, unsterbliche Götter.

würme.*) Zuletzt ging der erste Mensch durch Gottes Hand gebildet aus der Erde hervor. Voll Kraft und Schönheit stand er da — begabt mit Selbstbewußtsein, Vernunftanlage, freien Willen, dem moralischen Gesetze in ihm, welches trotz aller Verirrungen Einzelner unverwüstlicher Natur ist, und als Gewissen mit feuriger Zunge spricht.

Das Jugend- und Mannesalter unseres Heimathplaneten war nun zurückgelegt und vollendet in der Bildung des Menschen, als der Krone der Schöpfung.

Allein in einem organischen Körper waltet stete Thätigkeit, und also auch auf unserer Erde. Die Elemente: Erde, Wasser, Feuer und Luft mit Electricität wirkten stets auf- und gegeneinander. Es erhob sich wieder ein Kampf der entfesselten Elemente, es trat ein das verderbten Menschen den Untergang bereitende *Diluvium*.**) Regengüsse stürzten vom Himmel, Donner rollten, die Erde zitterte, Berge stürzten ein, das fluthende Wasser füllte die Vertiefungen aus, durch die unterirdischen Mächte des Feuers und der Luft gehoben, richtete sich an vielen Stellen der Meeresgrund empor, legte die Bewohner desselben ins Trockene, wodurch ihnen Tod und Verderben bereitet wurde, und sie nun als versteinerte Fische, Muscheln auf hohen Bergebenen u. s. w. Zeugen dieses Ereignisses sind. Auch unzählige Landthiere fanden hierbei ihr Lebensende. Nach der Annahme einiger Naturforscher ist diese Weltmeerströmung von Süden nach Norden erfolgt, um zu erklären das Vorkommen jener versteinerten Thiere, welche nur in der heißen Zone leben, und durch diese gewaltige Strömung dorthin geführt wurden. Andere Naturforscher schreiben der Erde in ihrer Vorzeit einen beträchtlichen Grad innerer Wärme zu, wodurch es möglich wurde, daß Thiere der jetzigen heißen Zone auch in den höheren nördlichen Gegenden leben konnten.

Die bei dieser Katastrophe zu Grund gegangenen Thiere, von welchen in der gegenwärtigen Thierwelt einige, z. B. Mammuth (eine Art Elephanten), Icthyosaurus (Fischeidechse), Ammoniten und Belemniten (Donnerkeile, bei uns

---

*) Graf von Sternberg hat die „Flora der Vorwelt" in deutschem und französischem Texte mit bildlichen Darstellungen versehen, in 6 Heften beschrieben. Prag 1820 — 1833.

Adolph Brogniart hat in seiner Schrift: „Botanik der Urwelt" die Vegetation der Pflanzen in ihren Perioden, nämlich in drei auf einander folgenden Formationen des Bodens der Erdoberfläche von den ältesten Zeiten der Schöpfung bis zur großen Fluth darzustellen versucht. Nach seiner Meinung erreichte die Thierwelt in der letzten Periode ihre höchste Stufe der Vollkommenheit — aber der Mensch bildete noch keinen Theil derselben.

**) Die hl. Schrift macht davon Meldung, und auch bei den Indern und Griechen erhalten sich Sagen von großen Ueberschwemmungen der Vorzeit. Es wird erinnert an Deukalion und Pyrrha.

Teufelsfinger genannt) gar nicht mehr existiren, haben sich in ihrem Knochengerüste, theils im Zusammenhange, theils in einzelnen Stücken, ferner Bäume oder Theile derselben durch Eindringen eines kieselerdigen flüssigen Stoffes in ihre Poren als versteinertes Holz seit Jahrtausenden erhalten.

Solche Spuren einer untergegangenen Welt finden sich in den fünf Welttheilen: in Oceanien z. B. Neuholland, in Amerika, zumal am Ohio, in Afrika, in Asien als Sibirien, Tartarei, in Europa durchgehends und zwar werden gefunden: Mammuth (das Ohio-Thier), Elephanten, Nashörner, Paläotherien, Tapire, Flußpferde, Ochsen, Hirsche, Antilopen, Giraffen, Wallfische, Faulthiere, Bären, Hunde u. s. w. Von der Pflanzenwelt: Fahrenkräuter, Eichen, Buchen, Linden u. s. w.*)

Richten wir nun unsern Blick auf das Gelände zunächst um Bamberg, indem dieses doch besonderes Interesse für uns hat.

Finden sich auch hier solche Denkmäler der Vorzeit?

Allerdings, und man darf sagen, daß unser Gelände in dieser Hinsicht eines der merkwürdigsten in Deutschland, ja Europa sei. Es folgt deßhalb nicht nur eine Bezeichnung der vorweltlichen Thiere und Pflanzen, welche bei uns gefunden werden, sondern auch eine Angabe der Gebirgsarten, welche unser Gelände durchziehen.

Nun zur Beschreibung der einzelnen Punkte.

1. Wenn wir die höchsten Kuppen des gegen Coburg sich hinziehenden Banzberges durchstreichen und fragen, was dies für eine Gebirgsart sei, so wird der Naturkundige antworten: Oberer Lias-Sandstein. Im Innern desselben werden gefunden die Gattungen: ***Unio*, *Mytilus*, *Modiola*, *Inoceramus*, *Pecten*, *Nucula*, *Trigonia*, *Thalassites*** u. s. w. Die obersten Gipfel der sogenannten Neuberge bei Ebensfeld, der ganze mittlere Bergabhang des fränkischen Jura vom Staffelberge an bis gegen Vorchheim, die Spitzen des Kreuzberges bei Hallstadt und der Altenburg bei Bamberg enthalten die oben aufgeführten Gattungen und nebst diesen noch ***Asterias***, mehrere unbestimmte ***Crinoiden***, Fisch- und Saurier-Zähne, auch Knochen und Wirbel von Sauriern, und einige ***Trochoiden***.

---

*) Dieser wissenswürdige Gegenstand hat in letzter Zeit viele Bearbeiter gefunden, und werden einige genannt, als: Cuvier, Recherches sur les ossemens fossiles etc, Elie de Beaumont, Marcel de Serres, Untersuchungen über die Schöpfungstage ꝛc. Ure's Geologie. Bronn, Lethaea geognostica. Dr. Vogt, Lehrbuch der Geologie und Petrefactenkunde. Braunschweig 1846. Dr. Giebel, Fauna der Vorwelt. Leipzig 1848.

Eine kostbare Sammlung dieser thierischen Ueberreste findet sich im herzoglichen Schlosse zu Banz, deren Grund der verstorbene Banzer Pfarrer Andreas Geyer gelegt hat, und dessen Büste alldort aufgestellt ist. Auch in Bamberg ist der naturhistorische Verein im Besitze einer solchen Sammlung, welche größtentheils dem Eifer und der Güte des praktischen Arztes Hrn. *Dr.* Kirchner zu verdanken ist. Eine derartige merkwürdige findet sich gleichfalls in Bayreuth. Alle drei sind beschrieben im Werke: Die lebenden Mineralogen von Schenkenberg. Stuttgart 1842. S. 116 bis 120.

II. Der untere Lias-Sandstein enthält dieselben Gattungen und Arten etwas unterhalb der Mitte des Gebirgsabhanges, die westliche Seite des Jurariffes begleitend.

III. Wenn man von Bamberg aus einen Ausflug nach dem 3 Stunden entlegenen Friesen und Teuchazer-Berge macht, so heißt die dortige Gebirgsart: Fränkischer Jura. Auf der Friesner Warte, dem Teuchazer-Berge, den Eggolsheimer Höhen, den Brüchen von Kauernhofen findet sich eine Unzahl von Ammoniten, Belemniten, Ostreen, Coralloiden (Scyphien), Lumbricarien, Manon, Tragos, Peziza, eine Masse von Crinoiden ꝛc.

IV. Nehme man nun eine andere Richtung mehr gen Osten von Bamberg. Der blaue Liaskalk und Mergel sammt dem Gryphitenkalk bildet im Jurariff auf der westlichen Seite — ein breites Band im Main- und Regnitzthale, besonders bei Scheßlitz, Geisfeld, Mistendorf und Kunegunda-Ruhe. Hier findet sich eine Menge von Versteinerungen, welche mit Ausnahme von Pflanzenresten, besonders von folgenden Thiergeschlechtern herrühren, als: ***Ammonites, Belemnites, Ostrea, Posidonia, Anomia, Mytilus, Gryphæa, Pecten, Sepia,*** ferner von Fischresten, Crinoiden, Krebsen, meistens Kurzschwänzen, vor allem aber von Sauriern, z. B. Ichthyosaurus, Mystriosaurus, Macrospondylus ꝛc.

V. Keuper findet sich auch, das ganze Regniz- und Mainthal unter dem aufgeschwemmten Lande erfüllend, und er enthält in einzelnen Stellen eine Menge von Pflanzenversteinerungen, z. B. bei Strullendorf, Pettstadt, und was den untern bunten Keuper betrifft, vorzüglich bei Zeil, meistens Fahrenkräuter, z. B. ***Voltzia, Pecopteris, Sphenopteris, Cyclopteris, Tæniopteris, Pterophyllum*** Auch kommen häufig vor: Equiseten und Calamiten oder Schachtelhalme. Reich hieran sind einzelne Oasen, z. B. die Oeta bei Bayreuth, der Veitslahmer Berg bei Culmbach, wenn man diese nicht vielleicht zum Lias ziehen will.

VI. Die Kohlenformation von Stockheim, die im Hängenden und Lie=

genden, im Kohlensandsteine, wie anderwärts einen Reichthum von Pflanzen-Resten einschließt, welcher durch die vorstehenden Gattungen am vollständigsten repräsentirt wird.

VII. Das Braunkohlenlager von Arzberg im Fichtelberge mit reichen Ueberresten von Coniferen, die sehr häufig verkiest sind.

VIII. Von Nürnberg bis Zeil findet sich im Flußbette der Regniz und in der Nähe desselben das sogenannte Rannenholz, von schwarzbrauner Farbe, oft in Stämmen von 3 Fuß im Durchmesser; auch am Mainufer, z. B. bei Ebing. Wie läßt das Vorkommen dieses Holzes sich erklären? Vielleicht daß diese mit Bäumen bewachsene Gegend bei einer Erdrevolution einsank, und durch eine mächtige Strömung versandet wurde, wo sich dann angeschwemmtes Land bildete, wie die Geologen es nennen.

Dieses Rannenholz ist brennbar und wird von den Bamberger Fischern häufig aus der Regniz hervorgeholt und zur Feuerung gebraucht. Allein auf den Feldern und sonst findet sich auch versteinertes Holz, das besonders bei Adelsdorf im Aischgrunde in sehr schönem Grün sich zeigt, während es auch im Keuper auf den Höhen, z. B. Buch am Forst, Walsdorf u. s. w. in den schönsten Achat verwandelt prangt. Doch zeigen sich auch hier und da im Sande und Gerölle mächtige Reste von größeren Thieren; nebst diesem wurden Riesen-Hirschgeweihe nicht selten gefunden, letztere namentlich an verschiedenen Punkten des Regnizthales bei Ausgrabung des Ludwig-Canales.

IX. Endlich wer hat nicht nennen hören oder gesehen die merkwürdigen Höhlen — der Gebirgsart Dolomit in der fränkischen Schweiz — bei Muggendorf, Gailenreuth, Waischenfeld und dem gräflich von Schönborn'schen Schlosse Rabenstein.

Hier findet sich eine Menge von Ueberresten vorweltlicher Springthiere, Nagethiere, Hirsche, Bären, insbesondere hat man aus der Gailenreuther Höhle nach und nach gegen 900 Individuen hervorgezogen, deren ungefähr 800 dem großen Bären *Ursus Spelæus,* 60 dem *U. arctoidcus,* und 10 dem *U priscus* angehören. Da die Bären nicht gern in Höhlen wohnen, so nimmt man an, entweder daß sie durch eine Erderschütterung aufgeschreckt hier eine Zuflucht suchten, oder daß ein Wasserstrom sie an ihren jetzigen Fundort führte. Außerdem sind Hunde, Hyänen und Löwenknochen oft in großen Massen im Lehm des Höhlenbodens zusammengehäuft, so namentlich in der Gailenreuther und der im J. 1833 entdeckten Sophien-Höhle (also genannt von Frau Gräfin Sophie von Schönborn).

Auf welch' große Erderschütterungen lassen diese Erscheinungen schließen, wo mit der Oberfläche unseres Planeten so gewaltige Umgestaltungen vorgingen, wo wahrscheinlich die Atlantis — eine Insel, von welcher Plato Meldung macht, unterging, und sich der Name noch im atlantischen Meere erhält, wo Europa von Afrika bei Gibraltar, und von Asien bei Constantinopel, wo Asien von Amerika bei der Weigatz-Strasse, wo Sicilien von Italien, wo England von den Niederlanden u. s. w. losgerissen wurde.

Nach dieser Katastrophe trat die Erde in die Periode des Greisen-Alters. Allein auch in dieser zeigt sich noch ihr ungeschwächtes Vermögen, Pflanzen und Thiere aus Samen hervorzubringen, durch Mitwirkung der Alles belebenden Sonne. Noch immer gährt und kocht es im Innern der Erde, so daß sie durch Luft, Feuer und Wasser getrieben — in der von den Naturforschern angenommenen Erdbebenlinie erschüttert wird, und in Folge dieser Erschütterungen schon mehrmals Städte, z. B. Lissabon im J. 1753, Messina theilweis im J. 1783, Quito im J. 1794, Caracas im J. 1812 u. s. w. einstürzten, oder daß Feuerströme aus Bergen hervorbrechen und die Alles zerstörende Lava ergießen.

Oft bricht auch nur eine heiße Wasserquelle aus ihr hervor, z. B. in Karlsbad, Gastein, Mehadia in Ungarn, auf der Insel Island u. s. w. Hier entstehen Inseln, dort versinket eine im Grunde des Meeres; und es wird hier bemerkt, daß vor einigen Dezennien unterhalb Sicilien eine Insel erschien, auf welcher die Franzosen zum Zeichen ihrer Besitznahme ihre Nationalflagge in die poröse Lava eingestoßen haben, welche nach 14 Tagen wieder versank. Allein dies Alles beweiset das Leben der Erde. Wird es endigen, wird die Erde untergehen, wird der jüngste Tag kommen?

Dunkle Sagen von großen Erdrevolutionen und die Erfahrung, daß Alles auf der Erde der Veränderung und Auflösung unterworfen sei, führte manche der alten Weisen auf den Gedanken, daß auch unsere Erde diesem Schicksale nicht entgehen werde.

Schon zu Jesu Zeiten herrschte die Meinung, daß das Weltende nahe sei. Die Griechen nahmen 5 Weltalter an (Hesiods Theogonie); späterhin wurden nur 4 angenommen (Ovid. Metamorphos.). Bei den Geschichtschreibern entstand die lang für rechtgläubig gehaltene Meinung von 4 Monarchien, desgleichen bildete sich die Vorstellung vom tausendjährigen Reiche. Zu den Zeiten der Kreuzzüge verbreitete sich eine Wahrsagung, daß die Welt untergehen würde, welche noch immer von Zeit zu Zeit auftaucht.

Immerhin mag es sein, daß mit der Erde einstens eine große Veränderung

sich ergeben werde. Allein wann dieses Ereigniß eintreten wird, ist uns ein unauflösbares Räthsel. Zudem ist zu bedenken, daß Alles, was in der Natur einmal vorhanden ist, niemals ganz vernichtet, sondern, daß Alles nur verändert werde, und daß aus dem Tode neues Leben erwache.

Welten vergehen,
Welten entstehen.
Nur Du, o Gott! bleibst Dir ewig gleich
In Deinem unermeßlichen Reich.

Druckfehler.

S. 76 Z. 16 im Gefolge lies ein Gefolge.
S. 104 Z. 9 flchtigste lies flüchtigste.
S. 106 Z. 28 unten lies unter.
S. 115 Z. 12 d) in der Lage 1 lies Lage 4 wiederholen sich die Verhältnisse der Lage 2, hinsichtlich des Südpols.
S. 115 Z. 7 v. unten Fig. 15 lies Fig. 17.
S. 116 Z. 6 Fig. 16 lies Fig. 17.
S. 116 Z. 7 Lage 4 lies Lage 1.
S. 127 letzte Z. Icthyosaurus lies Ichthyosaurus.

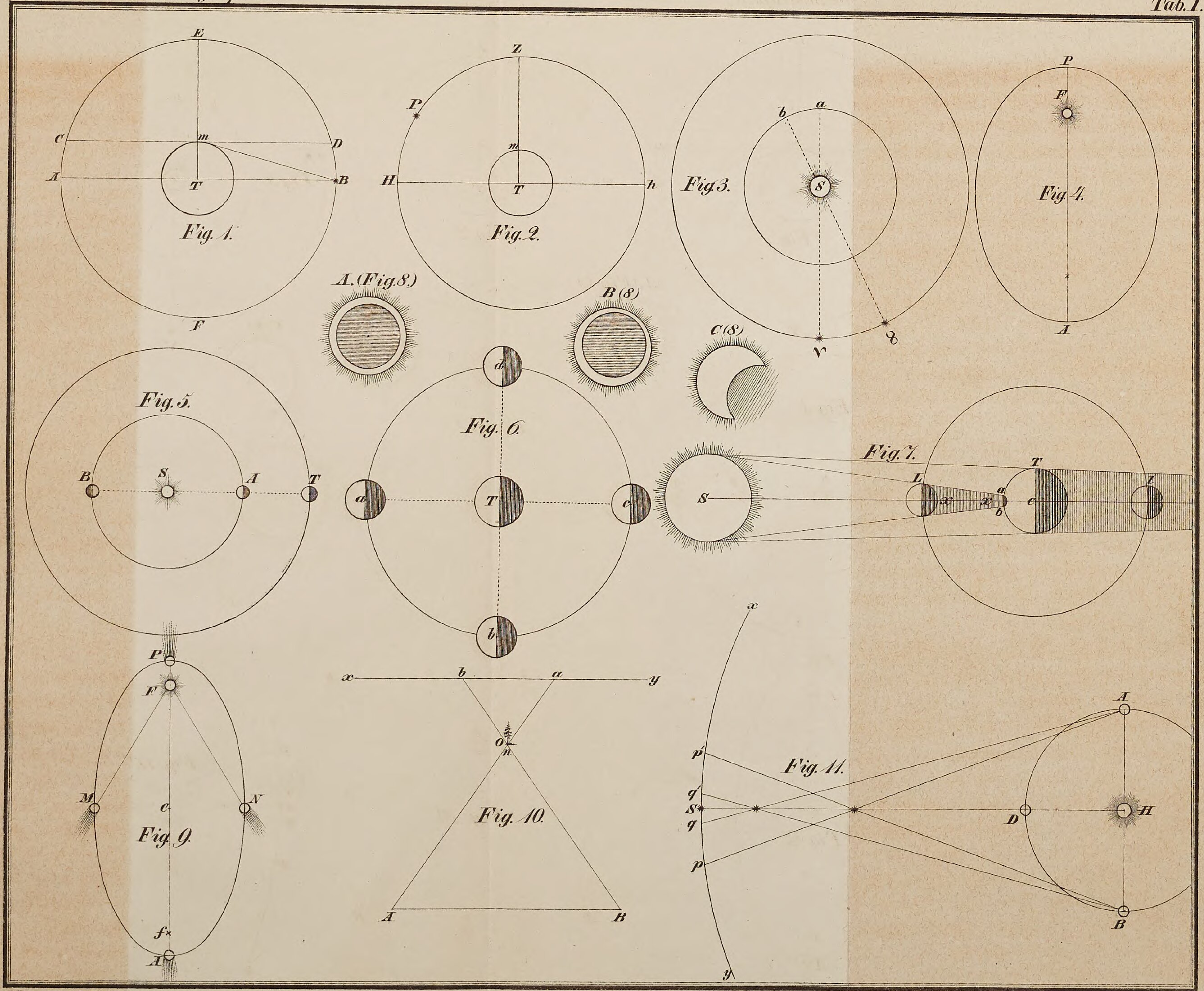
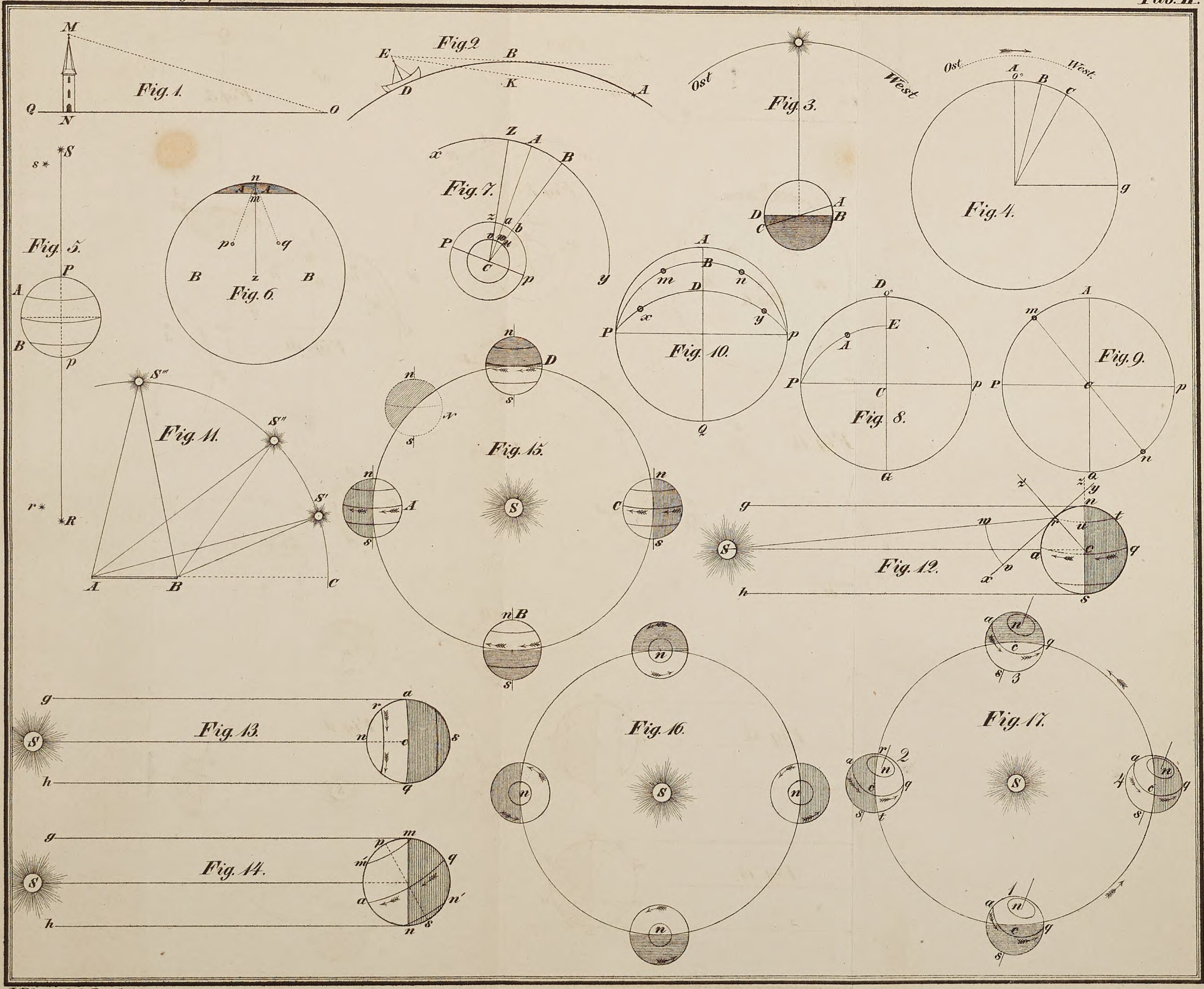


Fig. 1.
E
C
m
D
A
T
B
F
Fig. 2.
Z
P
m
H
T
h
Fig. 3.
b
a
S
Fig. 4.
P
F
A
A. (Fig. 8.)
B (8)
C (8)
Fig. 5.
B
S
A
T
Fig. 6.
d
a
T
c
b
Fig. 7.
S
L
x
a
b
T
c
l
P
F
M
N
c
Fig. 9.
f
A
x
b
a
y
o
n
Fig. 10.
A
B
Fig. 11.
p'
q'
S
q
p
A
D
H
B



J. Rössert lith. Bamberg.

In demselben Verlage sind ferner erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Felssecker, *Dr.* F. J., Palästina und eines Pilgers Wege dahin. Aus meinem Reisetagebuche. 3 Bde. gr. 8. 1 fl. 12 kr. oder 20 Ngr.

Haupt, *Dr.* A., Bamberger Legenden und Sagen. gr. 8. 54 kr. oder 15 Ngr.

— — Daguerrotypen der Zeit. Dichtungen. 8. 1 fl. 48 kr. oder 1 Rthr.

Hochmuth, der bestrafte, und Bürgschaft und Freundschaft. Erzählung für die reifere Jugend. 8. 24 kr. oder 7 ½ Ngr.

Museum, das christliche. Erzählungen für das christliche reifere Alter. 8. 36 kr. oder 10 Ngr.

Schmitt, F. X., Kaplan, die Taufe der Erwachsenen nach dem Ritus der christkatholischen Kirche. Mit beigefügter Erklärung der Tauf-Ceremonien. 8. 18 kr. oder 5 Ngr.

Schober, C., Buch der Jugend. In Sonetten und Liedern. gr. 8. 36 kr. oder 10 Ngr.

Thiem, G. A., die Feier der ersten hl. Kommunion in Predigten und Anreden im Vereine mit mehreren katholischen Geistlichen herausgegeben. 8. 36 kr. oder 10 Ngr.

Wunder, Fr., Domkapitular, die Archidiaconate und Decanate des Bisthums Bamberg, nebst Nachrichten über die Capitels-Cassen und Capitels-Bibliotheken. 8. 24 kr. oder 7 ½ Ngr.

Bayerische StaatsBibliothek

Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wunder, Friedrich

Kosmographie der vaterländischen Jugend gewidmet

Bamberg 1849

Bamberg, Staatsbibliothek -- Astr.o.65
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11424250-9